

T-422

Universidad Autónoma de Madrid
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA MADRID REGISTRO GENERAL
Entrada 01 Nº. 200300009531 24/06/03 15:16:45

**EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS EN LA
DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO:
UN MODELO NO LINEAL PARA EL TIPO DE CAMBIO
DÓLAR/EURO**

Tesis Doctoral
Ainhoa Herrarte Sánchez



R.º FEE. 82787

Director: D. Antonio Santillana del Barrio a 603225 M

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO I. LAS CONDICIONES BASICAS	13
I.1. EFICIENCIA DEL MERCADO CAMBIARIO.....	14
I.1.1. La paridad no cubierta de intereses.....	15
I.1.2. La paridad cubierta de intereses.....	18
I.1.2.1. Evidencia empírica	19
I.1.3. La prima de riesgo.....	22
I.2. LA PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO.....	23
I.2.1. La PPA absoluta y la PPA relativa	24
I.2.2. Paridad del Poder adquisitivo: Evidencia empírica	26
CAPITULO II. MODELOS ECONÓMICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO	31
INTRODUCCIÓN.....	32
II.1. EL MODELO DE EQUILIBRIO FLUJOS	35
II.2. LOS MODELOS DE ACTIVOS	37
II.2.1. MODELOS MONETARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO.....	38
II.2.1.1. Modelo monetario de precios flexibles	40
II.2.1.1.1. Expectativas racionales, nueva información y burbujas especulativas _	45
II.2.1.2. Modelo Monetario de precios rígidos	54
II.2.2. MODELOS DE EQUILIBRIO DE CARTERA.....	62
II.2.2.1. Modelo básico de equilibrio de cartera	64
Modelo de Branson	68
II.2.2.2. Ampliaciones de los modelos de equilibrio de cartera	72
II.2.3. Modelos del tipo de cambio con Cuenta Corriente	72
Modelo de Dornbusch y Fischer.....	75
II.2.4. ZONAS OBJETIVO CON CREDIBILIDAD PERFECTA DE LAS BANDAS DE FLUCTUACIÓN	78

Evolución del tipo de cambio en forma de S en una zona objetivo	79
II.2.5. EVIDENCIA EMPÍRICA.....	82

CAPITULO III. NUEVOS ENFOQUES EXPLICATIVOS: EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS EN LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO..... 89

INTRODUCCIÓN.....	90
III.1. NO LINEALIDAD DEL TIPO DE CAMBIO: EVIDENCIA EMPÍRICA	94
III.2. EVIDENCIA EMPÍRICA RESPECTO A LA EXISTENCIA DE EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS	99
III.3. MODELOS QUE CLASIFICAN A LOS AGENTES ECONÓMICOS	105
III.3.1. Chartistas y fundamentalistas	105
Modelo de Frankel y Froot	108
Modelo de Levin	112
Modelo de De Grauwe y Grimaldi	116
Modelo de Manzan y Westerhoff	121
III.3.1.1. Evidencia empírica	125
A) Evidencia empírica basada en encuestas	126
B) Evidencia empírica basada en otras técnicas diferentes a la encuesta	138
III.3.2. Noise traders y agentes racionales.....	145
Modelo de De Long, Shleifer, Summers y Waldmann	146
Modelo de Kilian y Taylor	149
Modelo de Jeanne y Rose	151
Modelo de Bauer y Herz	154
III.3.2.1. Evidencia empírica	160
A) Evidencia empírica basada en encuestas	160
III.3.3. Clasificaciones de agentes en función de otros factores	163
III.3.4. Clasificación de los agentes en función del esquema de expectativas utilizadas.....	167
III.3.5. Flujos de órdenes (<i>Order flows</i>)	175

CAPITULO IV. UN MODELO NO LINEAL CON EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS PARA EL TIPO DE CAMBIO DÓLAR/EURO 184

INTRODUCCIÓN..... 185

IV.1. HIPÓTESIS DE EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS..... 185

IV.1.1. Hipótesis de expectativas heterogéneas a partir del contraste de Ito186

IV.1.2. Hipótesis de expectativas heterogéneas a partir de una clasificación previa de los agentes económicos188

IV.1.2.1. Resultados 192

IV.2. UN MODELO CON EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS PARA EL TIPO DE CAMBIO

DÓLAR/ EURO..... 195

IV.2.1. Contraste empírico para el tipo de cambio Dólar/Euro203

IV.2.1.1. Información utilizada 203

IV.2.1.2. Determinación de las expectativas de charistas y fundamentalistas ____205

IV.2.1.2.A. Expectativas de los agentes charistas. Estimación individual ____205

IV.2.1.2.B. Expectativas de los agentes fundamentalistas. Estimación individual..... 207

IV.2.1.3. Estimación del modelo con expectativas heterogéneas. Estimación conjunta..... 212

Modelo no lineal 215

IV.2.1.4. Estimación del modelo no lineal con expectativas heterogéneas ____212

Modelo no lineal 215

IV.2.1.5. Modelo con expectativas heterogéneas según la versión de Manzan y Westerhoff 217

A. Resultados 219

B. Resultados finales 222

B.1. Evaluación a priori del modelo 227

B.2. Comparación con otros modelos 229

B.3. Predicción fuera de la muestra 232

B. 4. Conclusiones 234

CAPITULO V. CONCLUSIONES FINALES 238

BIBLIOGRAFÍA..... 246

INTRODUCCIÓN

El fallo empírico demostrado por los modelos teóricos desarrollados durante las décadas de los setenta y ochenta para explicar la evolución del tipo de cambio, ha llevado a que economistas e investigadores continúen buscando explicaciones que permitan esclarecer las causas que originan la fuerte volatilidad del tipo de cambio a corto plazo, así como el denominado problema de desalineación (*the misalignment problem*), es decir, el desajuste del tipo de cambio en relación a la evolución de sus fundamentos económicos.

Muchos autores han señalado que este fallo empírico viene motivado por la presencia de no linealidades en la dinámica del tipo de cambio, las cuales no pueden ser recogidas por los modelos teóricos tradicionales basados en relaciones lineales entre el tipo de cambio y sus fundamentos económicos.

En busca del origen de estas no linealidades, un importante número de investigadores han centrado su atención en el estudio de la propia estructura del mercado de divisas, dando lugar a un nuevo enfoque en la literatura económica denominado como *microestructura del mercado de divisas*. Tal y como lo define Taylor (2002), el estudio de la microestructura del mercado de divisas es un intento, por parte de economistas e investigadores, de comprender los mecanismos generadores de las desviaciones del tipo de cambio respecto de sus fundamentos económicos.

Las no linealidades observadas en la evolución del tipo de cambio han sido atribuidas, fundamentalmente, a la presencia de diversidad de agentes económicos en el mercado, cuyas expectativas respecto al tipo de cambio son heterogéneas, y a la existencia de costes de transacción.

De esta forma, el enfoque basado en la microestructura del mercado de divisas se centra en aspectos tales como la transmisión de información entre los distintos agentes participantes en el mercado, el comportamiento de dichos agentes, la importancia de los flujos de órdenes de compraventa (*order flows*), la existencia de

costes de transacción y, la más importante de todas ellas, la heterogeneidad de expectativas entre los distintos agentes participantes en el mercado.

Si bien el enfoque de la microestructura del mercado de divisas es muy novedoso y, por tanto, su potencial para futuras investigaciones es todavía muy amplio, el gran interés ya suscitado entre economistas e investigadores, hace que en la actualidad exista una amplia literatura al respecto.

En este sentido, dentro del enfoque de microestructura del mercado de divisas, es donde se encuadra el presente trabajo, utilizando como premisa de partida el amplio consenso existente respecto a la existencia de no linealidades en la evolución del tipo de cambio, motivadas por la heterogeneidad de información que utilizan los diversos participantes en el mercado, además de la variedad de modelos explicativos, estructurales o de series temporales, utilizados por los mismos y la diversidad de comportamientos ante los cambios producidos en el mercado. Todo ello se traduce en que los agentes económicos tengan expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio futuro. Así, la interacción en el mercado de agentes económicos cuyas características son diferentes, provoca movimientos erráticos del tipo de cambio que hacen que su evolución no sea coherente con la evolución de los fundamentos macroeconómicos que, en principio, deberían determinar su comportamiento.

Esta característica del mercado de divisas, o mejor aún, de los agentes económicos, ha dado lugar a la especificación de modelos económicos que pretenden incluir de alguna manera la heterogeneidad de expectativas, desarrollándose así modelos para determinar el tipo de cambio futuro que, bien estiman el tipo de cambio a partir de clasificaciones diversas de los agentes económicos, bien realizan una combinación de varios modelos teóricos, o bien planteamientos en los que se combinan simultáneamente varios modelos con diversidad de agentes económicos.

Entre las propuestas que clasifican a los agentes económicos en función del tipo de información que utilizan, destacan los denominados modelos de chartistas y fundamentalistas. Muy similar a esta clasificación, otros autores diferencian a los agentes económicos en “noise traders” o agentes con información incompleta y agentes

con información completa o agentes racionales¹, si bien en muchos casos los autores denominan indistintamente a los agentes como chartistas o *noise traders*, así como a los agentes fundamentalistas como agentes con información completa. En líneas generales, los chartistas y los *noise traders*², son agentes económicos que utilizan la información derivada de la evolución reciente del tipo de cambio para formar sus expectativas sobre el tipo de cambio futuro, ya que consideran que, a corto plazo, los fundamentos económicos tienen escasa importancia sobre la dinámica del tipo de cambio. Por su parte, los agentes fundamentalistas o agentes con información completa, son agentes para los que el tipo de cambio viene determinado por la evolución de sus fundamentos económicos y, por tanto, forman sus expectativas respecto al tipo de cambio futuro tomando como referencia el modelo teórico que consideren más apropiado.

En este contexto, el objetivo perseguido en esta tesis ha sido estudiar cómo afecta a la dinámica del tipo de cambio la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos. Como se ha introducido anteriormente, la heterogeneidad de expectativas es una de las justificaciones, ampliamente aceptada en la actualidad entre economistas e investigadores, que se ha ofrecido para explicar el fallo de los modelos teóricos desarrollados a partir de la ruptura del sistema de Bretton Woods. Este objetivo exige, por tanto, comenzar por una revisión teórica de dichos modelos, así como de su evidencia empírica, o más correctamente, fallo empírico. El siguiente paso obligado ha sido estudiar el soporte que avala la existencia de no linealidades en la evolución del tipo de cambio, así como los contrastes que se han realizado con el fin de demostrar la existencia o no de expectativas heterogéneas entre los agentes. Una vez justificada, no sólo la necesidad de asumir expectativas heterogéneas entre los agentes, sino también su demostración empírica, el siguiente paso consistió en analizar las diferentes propuestas realizadas para incorporar dicha heterogeneidad de expectativas en la determinación del

¹ En los trabajos en los que se clasifica a los agentes económicos en *noise traders* y agentes con información completa, es muy común denominar a estos últimos como agentes racionales y a los *noise traders* como agentes no racionales. Sin embargo, dado que ambos agentes siguen un comportamiento optimizador a la hora de tomar sus decisiones, se ha preferido denominarlos como agentes con información completa (racionales) o agentes con información incompleta (no racionales).

² A pesar de que ambos agentes, chartistas y *noise traders*, pueden identificarse por poseer características muy similares, en el presente trabajo se les dará un tratamiento individual, ya que en los modelos de chartistas y fundamentalistas se hace hincapié en la determinación del tipo de cambio a partir de las expectativas de ambos agentes, mientras que en los modelos de *noise traders* y agentes con información completa, el énfasis se apoya en el riesgo adicional que crean los *noise traders* por su participación en el mercado.

tipo de cambio. Finalmente, el estudio de la heterogeneidad de expectativas en la determinación del tipo de cambio exigía la especificación de un modelo que incorporara dicha hipótesis, con el fin de contrastar empíricamente si la asunción de esta hipótesis permite mejorar la explicación de la dinámica del tipo de cambio, así como su valía para predecir movimientos futuros del tipo de cambio. En este sentido se ha elegido como referente para realizar dicho contraste, la cotización mensual del tipo de cambio dólar/euro desde su nacimiento en enero de 1999, hasta principios de 2003.

Atendiendo al objetivo anteriormente expuesto, la presente investigación se ha estructurado en cinco Capítulos. En el primero de ellos se realiza una revisión de las condiciones básicas que constituyen las hipótesis de referencia de los diversos modelos teóricos sobre la determinación de los tipos de cambio. Así, el primer y segundo apartado del Capítulo I, se ha dedicado a la hipótesis de eficiencia en el mercado de divisas y a la teoría de la paridad del poder adquisitivo respectivamente. La hipótesis de eficiencia en el mercado de divisas establece que los precios, en dicho mercado, deben reflejar toda la información disponible en ese momento, siendo imposible, por tanto, que ningún agente económico pueda obtener beneficios derivados de la especulación. La eficiencia en el mercado cambiario se apoya en el cumplimiento de la paridad de intereses, es decir, si los agentes económicos son neutrales al riesgo y existe movilidad perfecta de capitales, las variaciones del tipo de cambio de una moneda frente a otra deben compensar el diferencial de intereses existentes entre los activos financieros denominados en distintas divisas.

Otro elemento indispensable en el estudio de la determinación de los tipos de cambio, es la teoría de la paridad del poder adquisitivo que, a pesar de su larga tradición histórica, sigue siendo uno de los pilares básicos de la macroeconomía internacional. La tremenda lógica que subyace a esta teoría, tan aparentemente sencilla, sigue suscitando un gran interés entre economistas e investigadores, quienes, a pesar de su fallo empírico, especialmente en el corto y medio plazo, continúan buscando explicaciones al denominado “misterio de la paridad del poder adquisitivo” (*The PPP puzzle*). Por este motivo, el segundo apartado del Capítulo I se ha dedicado a las implicaciones económicas de esta teoría para el tipo de cambio, incorporando una revisión de las aplicaciones empíricas más relevantes, así como las diversas justificaciones que han ido

surgiendo ante el fallo empírico demostrado en el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo en el corto y medio plazo.

El Capítulo II se ha centrado en el estudio de las principales teorías económicas sobre la determinación del tipo de cambio, haciendo especial en las teorías desarrolladas durante la década de los setenta y ochenta. El capítulo se ha estructurado atendiendo a la clasificación habitual de los modelos teóricos según el enfoque de flujos y el enfoque de activos. Dentro del enfoque de activos, se identifican a su vez dos corrientes distintas: los modelos monetarios y los modelos de equilibrio de cartera, cuya diferencia fundamental se encuentra en la aceptación de la hipótesis relativa a la sustituibilidad de activos. Así, mientras que el enfoque monetario considera que los activos internos y externos son sustitutos perfectos, el enfoque de equilibrio de cartera rechaza dicha hipótesis, debido a la consideración de la existencia de una prima de riesgo que se deriva de la fuerte volatilidad del tipo de cambio, provocando el incumplimiento de la paridad no cubierta de intereses.

Dentro de los modelos monetarios se estudian las dos corrientes distintas y que atienden a la diferente consideración acerca de la velocidad de ajuste de los mercados; así, los modelos monetarios de precios flexibles asumen que los mercados de bienes y de capitales, se ajustan rápidamente gracias a la hipótesis de flexibilidad de precios, por lo que, la condición de la paridad del poder adquisitivo se cumple en todo momento. Por el contrario, los modelos monetarios de precios fijos consideran que, a corto plazo, los precios son rígidos y, por tanto el tipo de cambio puede desviarse respecto del valor determinado por la paridad del poder adquisitivo en el corto plazo. La principal implicación de estos modelos es que, debido a la rigidez de precios, se puede producir un desbordamiento o sobre-reacción del tipo de cambio, es decir, el tipo de cambio puede superar su nivel de equilibrio a largo plazo.

En este segundo capítulo se dedica también un apartado a los modelos de dinámica del tipo de cambio en un sistema de zonas objetivo. La principal característica de estos modelos es que el tipo de cambio puede fluctuar libremente, si bien existen unos valores máximos y mínimos de depreciación y apreciación respectivamente, delimitados por unas bandas de fluctuación. Cuanto el tipo de cambio se acerca mucho a

los límites, el Banco Central debe intervenir en el mercado alterando la oferta monetaria para corregir el tipo de cambio. Dentro de las bandas el tipo de cambio es muy volátil, sin embargo, la volatilidad del mismo se reduce sustancialmente cuando éste se acerca a los límites de las bandas, debido a que las expectativas de los agentes están determinadas por la creencia en el mantenimiento de las bandas, lo que implica que cuando el tipo de cambio se sitúa en su límite máximo, es decir, alcanza la máxima depreciación, los agentes económicos sólo pueden esperar que la moneda se aprecie por la intervención del Banco Central.

El Capítulo finaliza con un apartado dedicado al análisis de la evidencia empírica relativa a los diferentes modelos teóricos existentes para la determinación del tipo de cambio. En este apartado se pone de manifiesto el fallo empírico generalizado de los distintos modelos, ya que su capacidad predictiva, dentro y fuera de la muestra, además de ser reducida, queda condicionada a factores específicos como el periodo muestral elegido para la estimación, las divisas analizadas o la metodología específica para su contraste.

El Capítulo III está dedicado enteramente al estudio de la hipótesis de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos, estructurándose en tres apartados. El primero de ellos recopila los trabajos más destacados en los que el objetivo ha sido demostrar, empíricamente, la existencia de no linealidades en la evolución del tipo de cambio, con el fin de demostrar la necesidad de desarrollar modelos no lineales para la determinación del tipo de cambio. El segundo apartado recoge aquellos trabajos cuyo objetivo ha sido contrastar la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos, analizando sus respectivas predicciones del tipo de cambio a través de la búsqueda de efectos diferenciales entre los individuos. Por último, el tercer apartado profundiza en aquellos planteamientos, tanto teóricos como empíricos, respecto a la existencia de diversidad de agentes económicos, poniendo especial énfasis en aquellos que diferencian entre agentes chartistas y fundamentalistas, así como el planteamiento similar que diferencia entre *noise traders* o agentes con información incompleta y agentes con información completa; en este apartado se incluyen, además, aquellos trabajos que clasifican diferenciadamente a los agentes en función de su grado de optimismo/pesimismo, y en función del esquema de expectativas

que utilizan (adaptativas, regresivas, efectos de arrastre, etc). Este tercer apartado finaliza con estudiando los trabajos que han utilizado los flujos de órdenes como variable explicativa en la evolución del tipo de cambio a corto plazo.

En el Capítulo IV se especifica un modelo con expectativas heterogéneas para la determinación del tipo de cambio dólar/euro, analizando para ello la cotización mensual desde el nacimiento de la moneda única hasta enero de 2003. El Capítulo se ha estructurado a su vez en dos apartados; en el primero de ellos y tomando como referencia las predicciones a un mes, tres meses y un año, realizadas por un panel de instituciones a lo largo de dos años, contenidas en la publicación *Foreign Exchange Consensus Forecast*, se realiza un contraste para evidenciar empíricamente la existencia de expectativas heterogéneas en la evolución del tipo de cambio dólar/euro. El contraste realizado se ha realizado en dos etapas: i) analizar la existencia de efectos diferenciales entre las predicciones realizadas por los diferentes panelistas, a partir de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de la desviación de las previsiones individuales respecto a la media del conjunto en función de un término independiente, con el fin de contrastar si el parámetro asociado al término independiente es significativamente diferente de cero, en cuyo caso implicaría la existencia de efectos diferenciales entre los agentes económicos; ii) agrupar previamente a los agentes económicos en función de la similitud en las previsiones, medida a partir de una distancia métrica, para posteriormente y una vez agrupados los distintos panelistas, analizar la existencia de efectos diferenciales entre los grupos identificados.

En la segunda parte de este cuarto Capítulo, y apoyándonos en la evidencia empírica encontrada en las previsiones respecto al tipo de cambio dólar/euro, se propone un modelo con expectativas heterogéneas, derivadas de la participación en dicho mercado de diversidad de agentes económicos, clasificándolos en agentes fundamentalistas y agentes chartistas. En el modelo, los agentes fundamentalistas forman sus expectativas basándose en la desviación existente entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, el cual se asume que viene determinado por la paridad del poder adquisitivo en su versión relativa. Por su parte, los agentes chartistas extrapolan la tendencia observada del tipo del cambio. Sin embargo, en el modelo especificado se asume que las expectativas de los agentes no son constantes en el tiempo, asumiéndose

por tanto, un comportamiento no lineal en la evolución del tipo de cambio derivado, precisamente, de los cambios producidos en las expectativas de los agentes económicos. En concreto, se asume que el cambio en las expectativas afecta a los agentes chartistas de tal forma que, en determinados momentos dichos agentes extrapolan la tendencia observada del tipo de cambio, mientras que en otras ocasiones, sus expectativas son regresivas, en el sentido de que prevén que el tipo de cambio revierta su tendencia hacia un determinado valor. La hipótesis que sustenta este comportamiento cambiante en las expectativas de los agentes chartistas, se encuentra en que dichos agentes utilizan reglas simples de compraventa basadas en unas bandas máximas y mínimas que les orientan respecto al momento en que comprar o vender la divisa. La estimación de un modelo de estas características requiere la determinación del valor en el que se produce el cambio en las expectativas de los agentes chartistas. La metodología por la que se ha optado para la determinación de dicho valor, es la aplicación de un modelo de umbral, a partir del cual es posible estimar el valor óptimo del umbral o valor que determina el cambio en las expectativas, junto al resto de parámetros del modelo, optimizando el valor del umbral atendiendo a la mínima varianza residual.

Finalmente, en el Capítulo V se presentan las principales conclusiones obtenidas en el presente trabajo de investigación, tanto de la revisión realizada de la literatura económica, como de la aplicación empírica desarrollada.

CAPITULO I.

LAS CONDICIONES BÁSICAS

I.1. EFICIENCIA DEL MERCADO CAMBIARIO

La hipótesis de eficiencia del mercado de divisas, establece que los precios en dicho mercado, deben reflejar en cada momento toda la información disponible, siendo imposible, por tanto, que ningún agente económico pueda obtener beneficios derivados de la especulación. Por tanto, si el mercado es eficiente, los precios incorporarán toda la información relevante, incluyendo también las expectativas basadas en dicha información.

Esta hipótesis tiene su origen en el trabajo de Fama (1970), y las condiciones que subyacen bajo dicha hipótesis es que los agentes económicos tienen expectativas racionales y son neutrales al riesgo, si bien, esta última condición puede verse relajada por la consideración de la existencia de una prima de riesgo.

Suponiendo que los agentes económicos son neutrales al riesgo y existe movilidad perfecta de capitales, estos decidirán la composición de su cartera entre activos denominados en moneda interna y externa, buscando la optimización de su beneficio, es decir, invirtiendo su riqueza financiera en aquellos activos que ofrezcan la mayor rentabilidad. A su vez, la hipótesis de eficiencia del mercado establece que el diferencial de intereses entre los activos denominados en distintas divisas será compensado por la variación esperada del tipo de cambio, compensando así la posibilidad de obtener ganancias derivadas de invertir en aquellos activos, internos o externo, que ofrezcan mayor rentabilidad. Es decir:

$$\Delta_t e_{t+k}^e = i_t - i_t^*$$

donde $\Delta_t e_{t+k}^e$ representa la variación esperada (en el momento t) del tipo de cambio (e) para el periodo t+k, siendo “e” el logaritmo del tipo de cambio nominal expresado como número de unidades de moneda interna por unidad de moneda externa; los tipos de interés nominales de los activos denominados en moneda interna y externa con vencimiento en k periodos quedan a su vez representados por i_t e i_t^* .

Bajo estos supuestos, que el mercado de divisas al contado sea eficiente implica que los tipos de cambio que se determinen en dicho mercado incluyan toda la información disponible. Por lo que el tipo de cambio en cada momento debe coincidir con el tipo de cambio esperado más un término de error, cuya media debe ser nula y varianza constante, así como no presentar correlación entre observaciones referidas a periodos diferentes, es decir, un ruido blanco:

$$e_t = (e_t^e | \Omega_{t-1}) + \varepsilon_t$$

Del mismo modo, si el mercado de divisas a plazo es eficiente, deberá cumplirse que el tipo de cambio a plazo sea un estimador insesgado del tipo de cambio al contado, es decir, $f_{t-k}^t = e_t + \varepsilon_t$, siendo f_{t-k}^t el logaritmo del tipo de cambio a plazo (*tipo forward*) fijado en el periodo t-k con vencimiento en t.

No obstante, los contrastes empíricos realizados en relación a la eficiencia del mercado de divisas, rechazan la hipótesis de que los agentes sean racionales, en el sentido de que dispongan de toda la información relevante en relación a los precios, así como la condición de neutralidad ante el riesgo.

A continuación, en los siguientes subapartados se estudia la condición de la paridad de intereses en sus dos versiones: la paridad no cubierta y la paridad cubierta de intereses, contemplando también la evidencia empírica existente. Asimismo, se le dedica un subapartado a la prima de riesgo.

I.1.1. La paridad no cubierta de intereses

El mercado cambiario se encuentra en equilibrio cuando los depósitos de todas las divisas ofrecen la misma tasa de rentabilidad esperada. Suponiendo movilidad perfecta de capitales, los agentes económicos distribuirán su riqueza financiera diversificando su cartera entre activos denominados en moneda interna y, activos denominados en moneda externa. Asimismo, si los individuos son neutrales al riesgo derivado de invertir en activos denominados en divisas diferentes, (riesgo político,

riesgo de impago, etc), decidirán cómo distribuir la composición de su cartera buscando la optimización de su beneficio, es decir, decidirán en qué activos invierten únicamente en función de la rentabilidad esperada de los mismos.

La rentabilidad de los activos internos es cierta y depende del tipo de interés interno (i); por su parte, la rentabilidad de los activos denominados en divisas externas es incierta, ya que viene determinada, no sólo por el tipo de interés externo (i^*), el cual es conocido, sino también por la variación del tipo de cambio, ya que, una vez que haya vencido el activo denominado en moneda extranjera, habrá que convertirlo en moneda interna. Así, si la moneda externa sufre una depreciación, la rentabilidad del activo externo expresada en moneda doméstica se verá mermada, mientras que si la divisa externa se aprecia, dicha apreciación incrementará la rentabilidad obtenida por el activo externo.

Por tanto, un agente económico, a la hora de tomar sus decisiones de inversión, deberá tener en cuenta, no sólo la rentabilidad ofrecida por cada uno de los activos denominados en sus respectivas monedas, sino también el riesgo derivado de la variación del tipo de cambio.

Así, asumiendo que los agentes económicos son neutrales al riesgo y no muestran ninguna preferencia por los activos denominados en moneda interna o externa, un agente decidirá invertir su riqueza financiera en aquél activo que mayor rentabilidad esperada le ofrezca, teniendo en cuenta la variación esperada del tipo de cambio. Un cambio en las rentabilidades esperadas, originado por un cambio en los tipos de interés, tanto interno como externo, o bien por un cambio en las expectativas respecto al tipo de cambio futuro, dará lugar a una alteración en la composición de las carteras de los agentes, quienes movilizarán su riqueza hacia aquellos activos que ofrezcan la mayor rentabilidad esperada.

Por tanto, para que se mantenga el equilibrio en el mercado de divisas, las rentabilidades esperadas de los activos con idénticas características³, pero, denominados en divisas diferentes deben ser iguales, ya que si uno de los activos ofrece una

³ Aliber (1973), Dooley e Isard (1980), Frankel y MacArthur (1988).

rentabilidad esperada mayor, los agentes desearán invertir su riqueza financiera en dichos activos más rentables. Esta condición de equilibrio en el mercado de divisas es lo que se conoce como Paridad no cubierta de intereses, la cual viene expresada a partir de la siguiente ecuación:

$$i_t = i_t^* + \frac{{}_tE_{t+1}^e - E_t}{E_t}$$

donde i e i^* representan los tipos de interés interno y externo en el momento t , E_t representa el tipo de cambio corriente de la moneda interna respecto a la divisa externa, y, por tanto, un incremento de E supone una depreciación de la moneda interna; ${}_tE_{t+1}^e$ representan las expectativas, formadas en el periodo t , respecto al tipo de cambio para el periodo $t+1$. A partir de ahora, para simplificar la notación, las expectativas en relación al tipo de cambio se expresarán, a lo largo de todo el texto, sin especificar el periodo en el cual se han formado, entendiéndose que éstas se han formado en el periodo corriente (t). Es decir, el tipo de cambio esperado en el periodo t para el periodo $t+1$, se expresará como E_{t+1}^e .

Según la condición de la paridad no cubierta de intereses, un incremento en la depreciación esperada de la moneda interna, incrementa la rentabilidad esperada de los activos denominados en moneda extranjera, mientras que una disminución de la depreciación esperada de la moneda doméstica, disminuye la rentabilidad esperada de los activos extranjeros.

La predicción derivada de la condición de la paridad no cubierta de intereses es que, si aumenta la rentabilidad esperada de los activos denominados en moneda interna, se produce un aumento en la demanda de la divisa doméstica; del mismo modo, un incremento de la rentabilidad esperada de los activos denominados en divisa externa, provoca un incremento en la demanda de dicha moneda. Sin embargo, cualquier cambio en las respectivas demandas, de moneda interna o externa, tiene, a su vez, un efecto sobre el tipo de cambio corriente, afectando por tanto a la variación esperada del tipo de cambio.

Así, si en un momento determinado, el tipo de interés externo es mayor que el tipo de interés interno, se producirá un aumento de la demanda de la moneda externa, que dará lugar a una apreciación de la moneda externa y una depreciación de la moneda interna. Suponiendo que las expectativas respecto al tipo de cambio futuro (E_{t+1}^e) permanecen constantes, la depreciación corriente de la moneda doméstica da lugar a una disminución de la depreciación esperada de dicha moneda, disminuyendo, por tanto, la rentabilidad esperada de los activos denominados en divisa extranjera, reduciendo, en este caso, la demanda de dichos activos y, alcanzándose de nuevo el equilibrio en el mercado de divisas. Del mismo modo, si la rentabilidad de los activos internos es mayor que la rentabilidad esperada de los activos externos, se produce un incremento en la demanda de la moneda doméstica haciendo que ésta se aprecie. Al apreciarse la moneda interna en el periodo corriente, aumenta la depreciación esperada de dicha moneda incrementando, en este caso, la rentabilidad esperada de los activos extranjeros y restableciéndose el equilibrio en el mercado de divisas.

I.1.2. La paridad cubierta de intereses

Como se ha visto anteriormente, según establece la condición de la paridad no cubierta de intereses, cualquier cambio en la depreciación o apreciación esperada de la divisa interna, aumenta o disminuye la rentabilidad obtenida por los activos denominados en divisas extranjeras. Sin embargo, un inversor, a la hora de decidir cómo distribuir su riqueza financiera, puede eliminar el riesgo derivado de la incertidumbre respecto al tipo de cambio futuro. Efectivamente, el riesgo cambiario puede cubrirse o eliminarse, contratando, en el momento actual, la compra o venta de divisas en el mercado a plazo. Por tanto, un agente económico que decida invertir en activos denominados en una divisa externa, para evitar una variación inesperada del tipo de cambio que altere la rentabilidad de dichos activos, puede fijar, en el momento actual, el precio al cual comprará la moneda interna a cambio de moneda extranjera al cabo de uno, dos, tres, seis o doce meses. En este caso, el inversor puede contratar el tipo de cambio futuro o, también llamado, tipo de cambio a plazo (*tipo forward*). De esta forma, si un inversor decide eliminar el riesgo cambiario, a la hora de distribuir su

riqueza financiera, lo hará en función de las rentabilidades ciertas, no esperadas, de los activos denominados en diferentes monedas. En este caso, la condición de la paridad de intereses queda modificada del siguiente modo, denominándose en este caso Paridad cubierta de intereses:

$$i_t^k = i_t^{k*} + \frac{F_t^k - E_t}{E_t}$$

donde i_t^k y i_t^{k*} son los tipos de interés, interno y externo, en el momento t, con vencimiento en el periodo k; asimismo, F_t^k es el tipo de cambio a plazo, fijado en el periodo t y cuyo vencimiento se produce en el periodo k.

La expresión anterior puede reordenarse del siguiente modo:

$$\frac{F_t^k - E_t}{E_t} = i_t^k - i_t^{k*}$$

De donde se deduce, que, para que se mantenga el equilibrio en el mercado de divisas, si el tipo de cambio forward es mayor que el tipo de cambio corriente, es decir, si se va a producir una depreciación de la moneda interna, debe existir un diferencial de intereses positivo entre el tipo de interés interno y externo, que compense la depreciación futura de la moneda doméstica. Por el contrario, si se contrata un tipo de cambio a plazo que suponga una apreciación de la divisa interna, el tipo de interés externo debe ser mayor que el tipo de interés interno, para compensar, en este caso, la depreciación de la divisa extranjera.

1.1.2.1. Evidencia empírica

La evidencia empírica en relación a la paridad cubierta de intereses, ha demostrado que, el cumplimiento de dicha condición, no se produce de forma estricta, observándose desviaciones entre el diferencial de intereses respecto al premio o descuento a plazo. Algunos autores, como Officer y Willet (1970) y Frenkel y Levich

(1975, 1977), señalan que estas desviaciones se producen debido a la existencia de costes de transacción. Asimismo, las desviaciones pueden producirse como consecuencia del riesgo político asociado a la fiscalidad, -Aliber (1973), Otani y Tiwari (1981)- y, fundamentalmente, como consecuencia de la existencia de controles sobre los movimientos de capital. Otros autores, como Frenkel (1973), argumentan que, las desviaciones tienen su origen en las imperfecciones del mercado de capitales.

Sarno y Taylor (2002) clasifican las investigaciones empíricas sobre el cumplimiento de la paridad cubierta de intereses en dos enfoques principales: 1) aquellos trabajos que contrastan si las desviaciones del diferencial de intereses respecto al premio o descuento a plazo son significativamente diferentes de cero; y 2) aquellos trabajos que estiman la diferencia entre el tipo de cambio a plazo y el tipo al contado en función de un término independiente y el diferencial de intereses.

En relación al primero de ambos enfoques, es común contrastar si las desviaciones son significativas, comparándolas respecto a unos márgenes neutrales que son definidos a partir de los costes de transacción. En esta línea, Frenkel y Levich (1975, 1977) demuestran que el 80% de los beneficios potenciales se encuentran dentro de una banda, definida por los costes de transacción, cuando se consideran Letras del Tesoro, y casi el 100%, cuando se utilizan Euro-rates. Estos autores muestran además que, en periodos de incertidumbre, el porcentaje de las desviaciones que pueden ser explicadas a partir de los costes de transacción, es mucho menor que cuando la economía se encuentra en una situación estable. No obstante, los trabajos de Frenkel y Levich ha recibido críticas en relación a la calidad de los datos utilizados. En este sentido, Taylor (1987, 1989), utilizando datos de alta frecuencia sobre los tipos de interés y tipos de cambio corriente y a plazo recogidos en el mismo periodo, observa que, los beneficios potenciales derivados de la paridad cubierta de intereses son escasos, incluso en aquellos periodos de alta incertidumbre.

El segundo de los dos enfoques utilizados para la contrastación del mantenimiento de la paridad cubierta de intereses, se ha basado, siguiendo el trabajo pionero de Branson (1969), en la estimación por mínimos cuadrados ordinarios, de la siguiente ecuación, asumiendo la no existencia de costes de transacción:

$$f_t^k - e_t = \beta_0 + \beta_1(i_t^k - i_t^{k*}) + \varepsilon_t$$

donde f_t^k y e_t representan los logaritmos del tipo de cambio a plazo y al contado respectivamente, siendo ε_t una perturbación aleatoria.

Dada esta expresión, el cumplimiento de la paridad cubierta de intereses, supone contrastar, conjuntamente, la hipótesis nula de que el parámetro β_0 sea igual a cero y, que el parámetro β_1 sea igual a la unidad.

Los resultados obtenidos en esta línea, muestran que, en general, la paridad cubierta de intereses se mantiene, si bien el parámetro estimado β_0 suele diferir significativamente de cero. La explicación a este hecho se encuentra, probablemente, en la hipótesis, demasiado restrictiva, respecto a la no existencia de costes de transacción. La principal crítica a este método para contrastar la paridad cubierta de intereses, es que, si los resultados de la estimación permiten aceptar la hipótesis conjunta de $\beta_0=0$ y $\beta_1=1$, ello no implica que la paridad cubierta de intereses se mantenga durante todo el periodo de estimación, sino tan sólo en media.

Estudios más recientes, como el realizado por Balke y Wohar (1998) han analizado el cumplimiento de la paridad cubierta de intereses, considerando la existencia de costes de transacción. Los resultados obtenidos por estos autores, han demostrado que, en un buen número de subperiodos de la muestra analizada⁴, los beneficios potenciales derivados del arbitraje exceden los costes de transacción, implicando por el tanto, el no cumplimiento continuo de la paridad cubierta de intereses.

⁴ Estos autores analizan datos diarios para los tipos de cambio, al contado y a plazo, de la libra frente al dólar durante el periodo Enero 1974 - Septiembre 1993.

1.1.3. La prima de riesgo

Al explicitar la paridad de intereses se ha asumido que los agentes económicos eran neutrales al riesgo. Sin embargo, si los agentes tienen aversión al riesgo, la paridad no cubierta de intereses queda modificada, ya que los inversores exigirán una mayor rentabilidad a aquellos activos que lleven un mayor riesgo asociado. Por tanto, al asumir la hipótesis de que los agentes económicos tienen aversión al riesgo, es necesario introducir una prima de riesgo (ρ_t) en la condición de la paridad no cubierta de intereses. Es decir, si los agentes económicos piensan que existe un riesgo asociado a mantener activos denominados en divisas extranjeras, la rentabilidad que exigirán a dichos activos será ahora mayor. En el caso opuesto, si los activos denominados en moneda interna son más arriesgados que los activos denominados en moneda externa, los inversores exigirán una mayor rentabilidad a los activos internos.

Por tanto, la paridad no cubierta de intereses queda ahora definida como:

$$i_t = i_t^* + (e_{t+k}^e - e_t) + \rho_t$$

donde el signo de la prima de riesgo vendrá determinado por la procedencia de los activos con mayor riesgo. Así, si resulta más arriesgado invertir en activos extranjeros, según la expresión anterior, la prima de riesgo deberá ser negativa para que se cumpla la condición de la paridad no cubierta de intereses. Por el contrario, si los activos nacionales llevan asociado un mayor riesgo frente a los activos denominados en divisa externa, la prima de riesgo será positiva, ya que, en este caso, los inversores exigirán una mayor rentabilidad a los activos denominados en moneda interna.

Combinando la paridad no cubierta de intereses con la paridad cubierta de intereses se obtiene:

$$\text{PCI:} \quad i_t - i_t^* = f_t^k - e_t$$

$$\text{PCI y PNCI:} \quad f_t^k - e_t = e_{t+k}^e - e_t + \rho$$

Por lo que la prima de riesgo queda definida por:

$$\rho = f_t^k - e_{t+k}^e$$

Para contrastar el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses, ante la existencia de prima de riesgo, Fama (1984) propuso estimar la depreciación esperada del tipo de cambio, en función del diferencial entre el tipo de cambio a plazo y el tipo de cambio al contado, es decir:

$$e_{t+k}^e - e_t = \beta_0 + \beta_1(f_t^k - e_t) + \varepsilon_{t+k}$$

Si los agentes fueran neutrales al riesgo, la estimación de la ecuación anterior debería ofrecer un valor estimado del parámetro β_1 igual a la unidad y el término de error no debería aparecer correlacionado con la información disponible en el momento t .

La introducción de la prima de riesgo en la ecuación anterior queda modificado finalmente del siguiente modo:

$$f_t^k - e_{t+k} = \gamma_0 + \gamma_1(f_t^k - e_t) + v_{t+k}$$

1.2. LA PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO

La teoría de la paridad del poder adquisitivo es un elemento de partida imprescindible en todo estudio sobre el mercado de divisas. A pesar de que los orígenes de esta teoría se remontan ya a hace más de cuatro siglos⁵, sigue siendo uno de los pilares básicos de la macroeconomía internacional.

La tremenda lógica que subyace bajo esta teoría, tan aparentemente sencilla, sigue suscitando un gran interés entre economistas e investigadores, quienes, a pesar de su fallo empírico, especialmente en el corto y medio plazo, continúan buscando

⁵ El origen de la teoría de la PPA se procede de la Escuela de Salamanca en el siglo XVI.

explicaciones al denominado, siguiendo a Rogoff (1996), “misterio de la paridad del poder adquisitivo” (*The PPP puzzle*).

Por la importancia de esta teoría para la macroeconomía, y en concreto, para la evolución de los tipos de cambio, el presente trabajo no puede eludir dedicar una especial atención, aunque meramente descriptiva, a uno de los fundamentos económicos más importantes en la dinámica del tipo de cambio.

Como es bien sabido, el núcleo central de la paridad del poder adquisitivo parte de la Ley del Precio Único, según la cual, el precio de un determinado bien en un país, debe ser igual al precio de dicho bien en cualquier otro país, expresando ambos precios en la misma moneda, es decir,

$$P_i = EP_i^*$$

donde P_i es el precio del bien i en el país nacional, E es el tipo de cambio de la moneda interna frente a la moneda extranjera⁶, y P_i^* es el precio del bien en el país extranjero expresado en la divisa extranjera.

No obstante, el cumplimiento estricto de la ley del precio único está sujeto exclusivamente a aquellos bienes altamente comercializables, como es por ejemplo, el oro, donde las diferencias de precios expresadas en una misma moneda son mínimas y, en principio, consecuencia de los costes de transporte.

1.2.1. La PPA absoluta y la PPA relativa

Si la ley del precio único debe cumplirse para cada uno de los bienes que se comercializan entre unos países y otros, es de esperar, que la suma ponderada de todos los precios de los bienes y servicios que se comercializan en el país doméstico, sea equivalente a la suma ponderada de los precios de esos mismos bienes y servicios en el país extranjero, expresados en la misma moneda, es decir,

⁶ El tipo de cambio, a lo largo de todo el texto se expresará siempre como número de unidades monetarias de la divisa interna por unidad monetaria extranjera.

$$P = EP^*$$

donde P y P^* son los respectivos índices de precios al consumo en el país interno y externo respectivamente. Obviamente, para que esta condición se cumpla, los índices de precios de ambos países deben incluir la misma cesta de bienes y servicios, así como la ponderación de cada uno de ellos en la cesta de ambos países debe ser la misma. La expresión anterior es lo que se conoce como Paridad del Poder Adquisitivo en su versión absoluta.

Por tanto, según la PPA absoluta, el tipo de cambio entre dos monedas debe ser aquel que iguale el cociente entre el índice de precios interno y externo:

$$E = P / P^*$$

No obstante, las necesarias restricciones en cuanto a la construcción de los respectivos índices de precios en ambos países, genera un problema para la contrastación de la PPA absoluta, ya que la disponibilidad de series estadísticas sobre índices de precios contruidos con la misma cesta de bienes y servicios y la misma estructura de ponderaciones es escasa⁷, dando lugar por tanto a la práctica imposibilidad de contrastar la PPA absoluta.

Así, como alternativa a la PPA absoluta, se propone una versión menos restrictiva, según la cual, la variación porcentual del índice de precios nacional es igual a la variación porcentual del índice de precios extranjero más la variación porcentual del tipo de cambio, o lo que es lo mismo, la variación del tipo de cambio debe ser tal, que compense el diferencial de precios entre el país interno y el país externo:

$$\dot{P} = \dot{E} + \dot{P}^* \quad ; \quad \dot{E} = \dot{P} - \dot{P}^*$$

⁷ Gilbert y Kravis (1954) construyeron índices de precios homogéneos para Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania e Italia. Más recientemente destaca el trabajo desarrollado por Summers y Heston (1991), quienes, en el conocido "International Comparison Programme", construyeron series estadísticas más largas y para un conjunto más amplio de países. Ver Rogoff (1996).

Donde el símbolo ($\dot{}$) sobre una variable representa su variación porcentual. A esta versión menos restrictiva de la PPA es lo que se conoce como Paridad del Poder Adquisitivo en su versión relativa. Según esta condición, si el país interno tiene una tasa de inflación por encima de otro país, este diferencial de precios debe ser compensado con una depreciación de la moneda doméstica. En este caso, los índices de precios no tienen por qué ser homogéneos, es decir, no se exige que se cumpla estrictamente la ley del precio único para cada uno de los bienes.

1.2.2. Paridad del Poder adquisitivo: Evidencia empírica

Rogoff (1996) realiza una amplia revisión de los trabajos empíricos cuyo objetivo es contrastar, en algunos casos, la ley del precio único, y en otros, la teoría de la paridad del poder adquisitivo. Sin embargo, tal y como señala este autor, la evidencia empírica ha demostrado que, por una parte, la ley del precio único no se cumple para un buen número de bienes, incluso aquellos altamente comercializables⁸, observándose que la variabilidad de los precios relativos es mucho menor que la volatilidad de los tipos de cambio, y por otra, que la convergencia de los tipos de cambio hacia la condición de la PPA tan sólo se cumple en el muy largo plazo.

Lo más preocupante de este fallo empírico, es que las desviaciones observadas en la evolución del tipo de cambio respecto a la ley del precio único y consecuentemente de la PPA, son, además de elevadas, muy duraderas en el tiempo.

Según algunos trabajos, el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo parece cumplirse en países que registran importantes situaciones de hiperinflación (Frenkel (1978)), sin embargo, el análisis de economías más estables, ha llevado a rechazar la hipótesis de cumplimiento de esta teoría, Frenkel (1981) y Krugman (1978).

⁸ Entre los trabajos más destacados se encuentran el realizado por Isard (1977) y Richardson (1978); ambos realizan un análisis sobre el cumplimiento de la ley del precio único para un conjunto de bienes altamente comercializables. Un caso particular de no cumplimiento de la ley del precio único, es el conocido índice Big Mac, elaborado mensualmente por la revista *The Economist*. Dicho índice recoge los precios expresados en dólares de la hamburguesa Big Mac para un conjunto de más de 20 países, poniendo de manifiesto importantes diferencias de precios entre unos países y otros.

Ante este fallo generalizado, han surgido diversos razonamientos cuyo fin último es conocer las características inherentes al “misterio de la paridad del poder adquisitivo”. Entre los factores que han sido analizados como causa de la falta de cumplimiento de la PPA se encuentran los costes de transporte, la existencia de componentes no comercializables en el precio final de aquellos bienes que, a priori, son considerados como altamente comercializables (alquiler del local donde finalmente se vende el producto, coste de la mano de obra, impuestos indirectos, etc.). Los aranceles, así como la existencia de barreras no arancelarias, son otros factores que han sido analizados como causa del no cumplimiento de la PPA. En este sentido, Knetter (1994) demuestra que, las barreras no arancelarias, representan un factor muy importante en las desviaciones de la paridad del poder adquisitivo. Krugman⁹ (1987), señala adicionalmente que, imperfecciones del mercado, como la discriminación de precios entre diferentes mercados (*pricing to market*) es otro de los factores que impiden que los tipos de cambio sigan la trayectoria marcada por la paridad del poder adquisitivo.

Junto a estos factores, el más importante de todos ellos es, quizás, las rigideces de precios a corto plazo. Sin embargo, como señala Rogoff (1996), si el principal factor de las desviaciones del tipo de cambio respecto a la PPA está relacionado con la rigidez de precios, sería de esperar, que tras uno o dos años, se observara cierta convergencia entre el tipo de cambio nominal y la PPA. No obstante, la evidencia empírica ha demostrado que esto no es así. Así, señalando tan sólo dos de los trabajos más destacados¹⁰, Frankel (1986, 1990) demuestra que, en el caso del tipo de cambio anual dólar/libra, las desviaciones respecto a la PPA se reducen a la mitad al cabo de 4.6 años. Lothian y Taylor (1996), analizando los tipos de cambio anuales dólar/libra y franco/libra observan que la convergencia se produce al cabo de 4.7 años, en el primer caso, y al cabo de 2.5 años para el tipo de cambio franco/libra.

Tras analizar un amplio número de trabajos empíricos, Rogoff (1996) concluye que, en media, las desviaciones de la PPA tienden a desaparecer a una tasa anual del 15%, lo que equivale a reducir dichas desviaciones a la mitad entre tres y cinco años.

⁹ Froot y Rogoff (1995) realizan una recopilación sobre los trabajos realizados en la literatura económica en relación a la discriminación de precios entre mercados.

¹⁰ Ver Rogoff (1996) para una bibliografía más extensa.

Un argumento ampliamente extendido que pretende explicar las persistentes desviaciones del tipo de cambio respecto a la PPA, es el propuesto por Balassa (1964) y Samuelson (1964). Estos autores defienden que los países más ricos tienden a tener niveles de precios más elevados que los países más pobres. La justificación a esta característica se encuentra en la evolución de los precios de los bienes comercializables y no comercializables.

En los países ricos se observan crecimientos de la productividad diferentes entre los sectores de bienes comercializables y no comercializables. Así, los progresos tecnológicos, y consecuentemente los crecimientos de la productividad, han sido más rápidos en aquellos sectores productores de bienes comercializables que en los productos intensivos en servicios. Este incremento desigual de las productividades da lugar a un crecimiento de los salarios en ambos sectores; sin embargo, el crecimiento salarial no tiene el mismo efecto sobre los precios de ambos tipos de bienes. Mientras que no afecta al precio de los bienes comercializables, hace que se incrementen los precios de los no comercializables, ya que en estos el crecimiento de la productividad ha sido menor, dando lugar así a una tendencia creciente en el índice de precios al consumo de los países ricos. Los países pobres, por el contrario, son más intensivos en bienes comercializables que en bienes no comercializables, por lo que el incremento en sus niveles de precios son menores.

Otra explicación diferente y complementaria al hecho de que los niveles de precios en los países más ricos sean más altos que en los países pobres se derivada del ratio capital/trabajo. En los países más ricos este ratio es mayor que en los países más pobres, implicando por tanto, salarios mayores en los países más ricos. Además, los bienes no comercializables, son más intensivos en mano de obra, por tanto, dado que los países más ricos producen comparativamente mayor cantidad de bienes no comercializables y además pagan salarios más elevados, es lógico que los índices de precios de los países más ricos tiendan a ser mayores que los de los países pobres, donde no sólo se producen menos bienes comercializables, sino que además pagan sueldos muy inferiores.

Según esto, el modelo Balassa-Samuelson podría especificarse a través de las siguientes ecuaciones, donde P_T y P_{NT} son los respectivos índices de precios de los bienes comercializables y no comercializables, siendo β y $(1-\beta)$ sus respectivas ponderaciones en el índice de precios total:

$$P = P_T^\beta P_{NT}^{(1-\beta)}$$

$$P^* = P_T^{*\beta} P_{NT}^{*(1-\beta)}$$

Por tanto, aplicando la condición de la PPA,

$$E = \frac{P}{P^*} = \frac{P_T^\beta P_{NT}^{(1-\beta)}}{P_T^{*\beta} P_{NT}^{*(1-\beta)}}; \quad E = \frac{P}{P^*} \left(\frac{P_T / P_{NT}}{P_T^* / P_{NT}^*} \right)^{(1-\beta)}$$

La predicción derivada del modelo propuesto por Balassa y Samuelson, es que un incremento relativo de los precios de los bienes comercializables respecto a los no comercializables, conduce a una depreciación de divisas. Así, dadas las características expuestas anteriormente en cuanto a la evolución de ambos tipos de bienes en los países ricos y en los países pobres, puede observarse que según esta expresión, las divisas de los países ricos tienden a registrar una apreciación real como consecuencia de unos niveles de precios en los bienes no comercializables mayores, mientras que en los países más pobres, tiende a observarse el caso contrario: una depreciación real de su divisa.

La evidencia empírica respecto al modelo Balassa-Samuelson, no es favorable, sin embargo, en todos los casos: mientras que los resultados son muy satisfactorios al analizar la evolución del tipo de cambio yen/dólar, no se cumple, por ejemplo, en el caso de los países del sistema monetario europeo¹¹. No obstante, y a pesar de estos resultados condicionados a las zonas geográficas analizadas, los diferenciales de precios entre los bienes comercializables y no comercializables son especialmente significativos cuando se analizan conjuntamente países muy pobres frente a países muy ricos.

¹¹ Froot y Rogoff (1991) analizan los tipos de cambio de los países del sistema monetario europeo durante el periodo 1979-1990.

Finalmente, Rogoff señala que el misterio del incumplimiento de la PPA podría encontrarse en que, *“a pesar de la alta integración internacional de los mercados de bienes, éstos aún no están tan integrados como los propios mercados internos”*.

CAPITULO II.

MODELOS ECONÓMICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO

INTRODUCCIÓN

Existe una amplia literatura en relación a los distintos enfoques y modelos teóricos, surgidos en el campo de la investigación económica, para la determinación del tipo de cambio, es amplia, destacando los trabajos realizados por Visser (1990), Bajo y Sosvilla (1992), Frankel y Rose (1995), Taylor (1995) y muy especialmente el realizado por Gámez y Torres (1996) y, más recientemente, el realizado por Sarno y Taylor (2002), quienes realizan una amplia revisión teórica y empírica de las diferentes aportaciones realizadas hasta el momento.

Entre los autores, existe un consenso generalizado en clasificar los diferentes modelos en dos amplios enfoques: i) el enfoque de equilibrio de flujos, que determina el tipo de cambio en función de la oferta y demanda de divisas, siendo éstas dependientes a su vez del flujo internacional de mercancías y capitales, y ii) el enfoque de activos, en el que se determina el tipo de cambio considerándolo como el precio de cualquier activo financiero.

Dentro del segundo enfoque, desarrollado a partir de la ruptura del sistema de Bretton Woods, se identifican a su vez dos corrientes distintas: a) los modelos monetarios y b) los modelos de equilibrio de cartera. La diferencia fundamental entre ambos modelos se encuentra en la hipótesis relativa a la sustituibilidad de activos: mientras que el enfoque monetario considera que los activos nacionales y extranjeros son sustitutos perfectos, el enfoque de equilibrio de cartera rechaza dicha hipótesis, como consecuencia de la existencia de una prima de riesgo que se deriva de la fuerte volatilidad del tipo de cambio y que da lugar, por tanto, al incumplimiento de la paridad no cubierta de intereses.

Los modelos monetarios, se diferencian, adicionalmente, por la diferente consideración de la velocidad de ajuste de los mercados; así, los modelos monetarios de precios flexibles, -Frenkel (1976) y Bilson (1978)-, asumen que los mercados, tanto de bienes como de capitales, se ajustan rápidamente gracias a la hipótesis de flexibilidad de

precios, por lo que, la condición de la paridad del poder adquisitivo se cumple en todo momento. Por el contrario, los modelos monetarios de precios fijos -Dornbusch (1979), Frankel (1979)-, consideran que, a corto plazo, los precios son rígidos y, por tanto, a corto plazo, el tipo de cambio puede desviarse respecto del valor determinado por la paridad del poder adquisitivo. Como consecuencia de esta rigidez de precios, el ajuste del mercado monetario se produce a través de alteraciones en el tipo de interés, afectando así al tipo de cambio. La principal implicación de los modelos monetarios de rigidez de precios es que, precisamente por la hipótesis de precios fijos, el tipo de cambio puede superar su nivel de equilibrio a largo plazo. Esta característica es lo que se ha denominado como desbordamiento o sobre-reacción del tipo de cambio.

Un segundo bloque teórico importante, dentro del enfoque de activos, está constituido por los modelos de equilibrio de cartera -Branson (1976, 1977), (Kouri (1976). Estos modelos consideran que sobre el tipo de cambio, no sólo incide el mercado monetario, sino también el mercado de bonos y el mercado de bienes, si bien, a corto plazo, se asume que el nivel de producción viene dado, ya que bajo este enfoque se asume que el ajuste del mercado de bienes es más lento que el del mercado de capitales. La causa de considerar la influencia de más mercados en la determinación del tipo de cambio, se debe, precisamente, a que estos modelos se basan en la sustituibilidad perfecta entre los activos financieros denominados en diferentes monedas. Esto es debido a la existencia de una prima de riesgo asociada diversos factores como la incertidumbre respecto al valor futuro del tipo de cambio, la diferente valoración del riesgo político y de solvencia asociada a cada país, la presencia de controles de capital y costes de transacción, la información imperfecta relativa a los activos denominados en moneda extranjera, etc. Por este motivo, los modelos de equilibrio de cartera no consideran que se cumpla la paridad no cubierta de intereses, la cual se ve modificada por la introducción de la prima de riesgo.

Más recientemente y, dentro también del enfoque de activos, se han desarrollado los modelos de dinámica del tipo de cambio en un sistema de zonas objetivo. Estos modelos tienen su origen en Krugman (1991), siendo su principal característica el que, en una zona objetivo, el tipo de cambio puede fluctuar libremente, si bien existen unos valores máximos y mínimos de depreciación y apreciación respectivamente, delimitados

por unas bandas de fluctuación. Cuando el tipo de cambio se aproxima mucho a los límites, el Banco Central debe intervenir en el mercado alterando la oferta monetaria para corregir el tipo de cambio. Dentro de las bandas, el tipo de cambio es muy volátil, sin embargo, la volatilidad del mismo se reduce sustancialmente cuando éste se acerca a los límites de las bandas, debido a que las expectativas de los agentes están condicionadas por la creencia en el mantenimiento de las bandas, lo cual implica que cuando el tipo de cambio se sitúa en su límite máximo, es decir, alcanza la máxima depreciación, los agentes económicos sólo pueden esperar que la moneda se aprecie por la intervención del Banco Central.

II.1. EL MODELO DE EQUILIBRIO FLUJOS

Hasta 1973 el enfoque utilizado para explicar la determinación del tipo de cambio fue el de la oferta y demanda de divisas, la cual a su vez dependía de los movimientos internacionales de bienes y servicios y de los movimientos de capital. No obstante, el peso relativo de los movimientos de capital era sensiblemente inferior al de los bienes y servicios. Este enfoque tuvo su origen en los años cincuenta (Meade 1951), cuando la importancia relativa de los movimientos de capital en las transacciones internacionales era escasa, por lo que el tipo de cambio venía determinado por el equilibrio de la balanza de pagos, coincidiendo en este caso el saldo de la balanza de pagos con el saldo de la balanza comercial (T), la cual dependía a su vez del tipo de cambio real (EP^*/P), de la renta nacional (Y) y de la renta extranjera (Y^*), siendo E el tipo de cambio nominal de la moneda interna respecto a la moneda extranjera y P y P^* los respectivos índices de precios interno y externo:

$$BP = T\left(\frac{EP^*}{P}, Y, Y^*\right) = 0 \quad (1)$$

Despejando el tipo de cambio de la ecuación anterior, la expresión que determina el tipo de cambio sería:

$$E = E\left(\frac{P^*}{P}, Y, Y^*\right) \quad (2)$$

Así, una disminución del precio relativo de los bienes extranjeros respecto a los nacionales, un aumento del nivel de renta nacional o una disminución del nivel de renta extranjera provocarían una depreciación de la moneda nacional. Del mismo modo, un aumento del precio relativo de los bienes extranjeros, una disminución de la renta nacional o un aumento de la renta extranjera provocaría una apreciación de la moneda interna.

En la década de los sesenta, Fleming (1962) y Mundell (1963) introdujeron los tipos de interés en la determinación del tipo de cambio, dando lugar así al modelo

Mundell-Fleming, el cual, en su versión más sencilla, considera el equilibrio en el mercado de bienes, en el mercado de dinero y el equilibrio de la balanza de pagos:

$$Y = A(Y, i, G) + T\left(\frac{EP^*}{P}, Y, Y^*\right) \quad (3)$$

$$\frac{M}{P} = L(Y, i) \quad (4)$$

$$BP = T\left(\frac{EP^*}{P}, Y, Y^*\right) + K(i - i^*) = 0 \quad (5)$$

donde A es el gasto autónomo, i e i^* son los tipos de interés nacional y extranjero respectivamente, G es el gasto público, M es la oferta nominal de dinero interna, L es la demanda de saldos reales y K es el saldo de la balanza de capital (actual balanza financiera). Así, despejando el tipo de cambio del sistema de ecuaciones anteriores quedaría que el tipo de cambio es una función del gasto público, de los precios extranjeros relativos, de la renta extranjera, de la oferta real de dinero y del tipo de interés extranjero:

$$E = E\left(G, \frac{P^*}{P}, Y^*, \frac{M}{P}, i^*\right) \quad (6)$$

Según este modelo un descenso del gasto público, de los precios relativos extranjeros o de la renta extranjera, o bien un aumento de la oferta real de dinero o del tipo de interés extranjero provocarían un aumento del tipo de cambio, es decir, una depreciación de la moneda nacional. Del mismo modo, un aumento del gasto público, de los precios relativos extranjeros o de la renta extranjera, o un descenso de la oferta real monetario o del tipo de interés extranjero provocarían asimismo una apreciación de la moneda interna.

La principal crítica realizada a este enfoque se deriva de que asumía implícitamente situaciones de equilibrio del tipo de cambio aunque el saldo de la cuenta corriente registrará déficits permanentes, siempre y cuando el tipo de interés interno

estuviera por encima del extranjero para permitir una entrada neta de capitales que compensará el déficit por cuenta corriente.

La ruptura, en 1973, del Sistema establecido en Bretton Woods y que dio lugar a la libre flotación de las monedas, trajo consigo una fuerte volatilidad del tipo de cambio, que unido a la creciente importancia de los movimientos de capital en las transacciones internacionales, provocó que el enfoque teórico existente para la explicación de la evolución del tipo de cambio resultara ineficaz para la explicación de la evolución del tipo de cambio, dando lugar así a un nuevo conjunto de teorías que centraban la determinación del tipo de cambio en los movimientos de capital, iniciándose así el enfoque de activos.

II.2. LOS MODELOS DE ACTIVOS

Los modelos económicos englobados dentro del denominado enfoque de activos, equiparan la evolución del tipo de cambio a la de cualquier activo financiero cuyo precio es determinado en un mercado eficiente. Además del protagonismo que cobran en este enfoque los movimientos de capital, se le da una mayor y creciente importancia al papel desarrollado por las expectativas de los agentes económicos, cuyo efecto sobre el tipo de cambio es relevante, ya que un cambio en las expectativas respecto al valor de una moneda, provoca fuertes variaciones del tipo de cambio, generando una gran volatilidad del mismo a corto plazo.

Dentro de este enfoque se encuentran, en primer lugar, los denominados modelos monetarios, en sus diferentes versiones de precios flexibles y precios fijos y, en segundo lugar, los modelos de equilibrio de cartera, cuyo énfasis se centra en la composición óptima de las carteras de los inversores.

Ambos enfoques asumen la hipótesis de movilidad perfecta de capitales, lo que implica que las carteras de activos de los agentes se ajustan rápidamente a su composición deseada. La principal diferencia entre ambos es que, mientras el enfoque monetario asume la sustituibilidad perfecta de activos, el enfoque de equilibrio de

cartera parte de la hipótesis contraria, debido a la existencia de una prima de riesgo derivada de la fuerte volatilidad del tipo de cambio a corto plazo.

En ambos modelos, la diferente consideración sobre cómo forman sus expectativas los agentes económicos, da lugar a distintas versiones.

II.2.1. MODELOS MONETARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO

En los modelos monetarios, el tipo de cambio se determina como si se tratara del precio de cualquier activo financiero. Dado que el tipo de cambio es el precio del dinero de una economía expresado en términos de la divisa de otro país, en estos modelos, el tipo de cambio se determina para equilibrar las respectivas ofertas y demandas monetarias de ambos países. Así, las principales variables determinantes del tipo de cambio, son las ofertas monetarias de ambos países, el nivel de precios, interno y externo, las respectivas rentas reales y los tipos de interés nacional y extranjero.

Los modelos monetarios parten de la hipótesis de que el mercado de divisas se comporta como un mercado eficiente, asumiendo movilidad perfecta de capitales y sustituibilidad perfecta de activos. Esta última hipótesis implica el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses ya que, a los tenedores de activos les resulta indiferente mantener activos nacionales o extranjeros, siempre y cuando, los rendimientos esperados de ambos activos sean los mismos.

No obstante, dentro de estos modelos se encuentran, a su vez, dos enfoques alternativos cuyas implicaciones para el tipo de cambio, a corto plazo, son muy diferentes. El origen de estas diferencias se encuentra en la hipótesis relativa a la velocidad de ajuste en los precios del mercado de bienes. Así, un primer grupo de modelos monetarios (Frenkel (1976) y Bilson (1978)), consideran que dicho mercado se ajusta rápidamente gracias a la flexibilidad de precios a corto plazo, por lo que asumen que la paridad del poder adquisitivo se cumple en todo momento. Debido a la consideración de la hipótesis de flexibilidad de precios, estos modelos son conocidos como modelos monetarios de precios flexibles.

El segundo grupo de modelos se engloba dentro del enfoque keynesiano, asumiéndose que los precios permanecen fijos a corto plazo –Dornbush (1979) y Frankel (1979)-. Esta rigidez de precios impide que, a corto plazo, se cumpla la condición de la paridad del poder adquisitivo. Consecuentemente, este segundo grupo es conocido como modelos monetarios de precios rígidos. Sin embargo, a largo plazo, las implicaciones derivadas de los modelos de precios rígidos son las mismas que las de los modelos de precios flexibles, ya que, a largo plazo, los precios en el mercado de bienes, han tenido tiempo suficiente para ajustarse ante los desequilibrios.

La principal diferencia entre ambos enfoques, derivada de la diferente consideración del ajuste del nivel de precios, se concreta en las diferentes implicaciones que tiene, para el tipo de cambio, las alteraciones en los tipos de interés. Así, en los modelos monetarios de precios flexibles, los incrementos del tipo de interés interno respecto al extranjero, se producen como consecuencia de un aumento de la tasa de inflación interna esperada. Por la paridad del poder adquisitivo, en su versión relativa, este aumento de la inflación esperada, implica un incremento del tipo de cambio y, por tanto, una depreciación esperada de la moneda interna. Esta situación provoca una disminución de la demanda de moneda interna respecto a la demanda de la moneda externa, dando lugar a una depreciación inmediata de la moneda nacional.

En los modelos monetarios de precios rígidos, los aumentos del tipo de interés son la consecuencia de una contracción de la oferta monetaria sin que se produzca la correspondiente disminución de precios que permite mantener la oferta real constante. En este caso, el diferencial de intereses positivo atrae una entrada de capitales que genera una apreciación de la moneda interna.

Por tanto, mientras que en los modelos monetarios de precios flexibles, el diferencial de intereses afecta positivamente al tipo de cambio y, por tanto, incrementos del mismo dan lugar a una depreciación de la moneda nacional, según los modelos monetarios de precios rígidos, incrementos en el diferencial de intereses dan lugar a una apreciación de la moneda interna por la entrada de capitales extranjeros.

II.2.1.1. Modelo monetario de precios flexibles

Las principales aportaciones a este enfoque se deben a Frenkel (1976) y Bilson (1978), cuyos planteamientos específicos se analizan en este apartado.

Dado que el tipo de cambio es el precio relativo de dos monedas, estos modelos determinan el tipo de cambio entre dichas monedas a través de las ofertas y demandas relativas de ambas divisas:

Equilibrio en el mercado de dinero interno:
$$\frac{M_t}{P_t} = \phi Y_t - \lambda i_t \quad (1)$$

Equilibrio en el mercado de dinero extranjero:
$$\frac{M_t^*}{P_t^*} = \phi^* Y_t^* - \lambda^* i_t^* \quad (2)$$

Donde M representa la oferta nominal de dinero, P el índice de precios, Y el nivel de renta real e i el tipo de interés. El parámetro ϕ representa la sensibilidad de la demanda de saldos reales ante variaciones en el nivel de producción real y λ la sensibilidad de la demanda de saldos reales al tipo de interés. Las variables denotadas con un asterisco están referidas al país extranjero.

Expresando las variables de las ecuaciones anteriores en logaritmos, a excepción del tipo de interés, y despejando en ambas el nivel de precios, se obtienen las siguientes expresiones, siendo ahora ϕ y λ la elasticidad y semielasticidad de la demanda de dinero al nivel de renta y a los tipos de interés:

$$p_t = m_t - \phi y_t + \lambda i_t \quad (3)$$

$$p_t^* = m_t^* - \phi^* y_t^* + \lambda^* i_t^* \quad (4)$$

Como consecuencia de la hipótesis de flexibilidad perfecta de precios, se asume el cumplimiento permanente de la condición de la paridad del poder adquisitivo, es

decir, que el tipo de cambio de una moneda viene determinado por los precios relativos de las respectivas economías:

$$E_t = \frac{P_t}{P_t^*} \quad (5) \quad \text{por tanto en logaritmos,} \quad e_t = p_t - p_t^* \quad (5')$$

Donde e , p y p^* representan los logaritmos del tipo de cambio y de los índices de precios nacional y extranjero respectivamente.

Sustituyendo las ecuaciones (3) y (4) en (5'), y asumiendo $\phi = \phi^*$ y $\lambda = \lambda^*$ se obtiene que el tipo de cambio entre dos monedas viene determinado por sus respectivas ofertas monetarias, nivel de producción y tipos de interés nacionales y extranjeros:

$$e_t = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda(i - i^*) \quad (6)$$

Las predicciones derivadas de este modelo implican que la moneda interna podría depreciarse respecto a una moneda extranjera como consecuencia de un incremento de la oferta monetaria nacional relativa, ya que si los precios son flexibles todo incremento de la oferta monetaria se traduce rápidamente en un incremento de todos los precios, incluido el tipo de cambio. Asimismo, un incremento del nivel de producción doméstico genera un exceso de demanda de dinero que, suponiendo la oferta nominal de dinero constante, provoca una reducción inmediata del nivel de precios para mantener el equilibrio en el mercado de dinero. Esta reducción de los precios internos, a través de la paridad del poder adquisitivo, da lugar a una reducción del tipo de cambio y una apreciación por tanto de la moneda interna. Por su parte, un incremento del tipo de interés nacional reduce la demanda interna de dinero, y de nuevo por la hipótesis de flexibilidad de precios, los precios reaccionan aumentando hasta restablecerse el equilibrio en el mercado monetario, produciéndose así una depreciación de la moneda nacional.

Por tanto, el enfoque monetario de precios flexibles predice que el tipo de cambio varía en función de las variaciones de la oferta y la demanda de dinero, ya que

el nivel de renta y el tipo de interés inciden sobre el tipo de cambio únicamente a través de su efecto sobre la demanda de saldos reales.

Añadiendo la condición de la paridad no cubierta de intereses, $\Delta e_{t+1}^e = i - i^*$, siendo Δe_{t+1}^e la depreciación esperada (en el momento t) de la moneda interna para el periodo $t+1$.

La ecuación (6) quedaría definida por la siguiente expresión:

$$e_t = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda \Delta e_{t+1}^e \quad (7)$$

Siguiendo el modelo desarrollado por Frenkel (1976), la ecuación anterior puede expresarse sustituyendo la variación esperada del tipo de cambio por la condición de la paridad del poder adquisitivo en su versión relativa, es decir,

$$\Delta e_{t+1}^e = \pi^e - \pi^{e*} \quad (8)$$

Introduciendo en la ecuación (7) la versión relativa de la PPA se obtiene una expresión alternativa para la determinación del tipo de cambio:

$$e_t = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda(\pi^e - \pi^{e*}) \quad (9)$$

Una de las principales aportaciones a la determinación del tipo de cambio de los modelos de activos frente al anterior enfoque de flujos, es la consideración de las expectativas de los agentes como variable clave en la dinámica del tipo de cambio. Sin embargo, las hipótesis en relación a la formación de dichas expectativas han sido variadas, dando lugar por tanto a resultados divergentes. Entre los esquemas de formación de expectativas más utilizados destacan tres: i) expectativas regresivas, ii) expectativas adaptativas y iii) expectativas racionales.

el nivel de renta y el tipo de interés inciden sobre el tipo de cambio únicamente a través de su efecto sobre la demanda de saldos reales.

Añadiendo la condición de la paridad no cubierta de intereses, $\Delta e_{t+1}^e = i - i^*$, siendo Δe_{t+1}^e la depreciación esperada (en el momento t) de la moneda interna para el periodo $t+1$.

La ecuación (6) quedaría definida por la siguiente expresión:

$$e_t = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda \Delta e_{t+1}^e \quad (7)$$

Siguiendo el modelo desarrollado por Frenkel (1976), la ecuación anterior puede expresarse sustituyendo la variación esperada del tipo de cambio por la condición de la paridad del poder adquisitivo en su versión relativa, es decir,

$$\Delta e_{t+1}^e = \pi^e - \pi^{e*} \quad (8)$$

Introduciendo en la ecuación (7) la versión relativa de la PPA se obtiene una expresión alternativa para la determinación del tipo de cambio:

$$e_t = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda(\pi^e - \pi^{e*}) \quad (9)$$

Una de las principales aportaciones a la determinación del tipo de cambio de los modelos de activos frente al anterior enfoque de flujos, es la consideración de las expectativas de los agentes como variable clave en la dinámica del tipo de cambio. Sin embargo, las hipótesis en relación a la formación de dichas expectativas han sido variadas, dando lugar por tanto a resultados divergentes. Entre los esquemas de formación de expectativas más utilizados destacan tres: i) expectativas regresivas, ii) expectativas adaptativas y iii) expectativas racionales.

La hipótesis de expectativas regresivas se fundamenta en considerar que los agentes económicos esperan que el tipo de cambio sea una función que dependa de la diferencia existente entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio, lo que implica que si los individuos consideran que el tipo de cambio actual está por debajo de su valor de equilibrio, es decir, consideran que está sobrevalorado, esperarán que el tipo de cambio tienda a depreciarse. Del mismo modo, si los agentes económicos consideran que el tipo de cambio está infravalorado, esperarán que se aprecie en el futuro. En su expresión más sencilla, el tipo de cambio esperado sería:

$$e_{t+1}^e = e_t + \theta(\bar{e} - e_t) \quad \theta > 0 \quad (10)$$

donde el parámetro positivo θ , mide la velocidad de ajuste del tipo de cambio hacia su valor de equilibrio.

Por su parte, cuando los agentes económicos siguen un esquema de expectativas adaptativas, éstos estiman el tipo de cambio a partir de sus predicciones pasadas corregidas por los errores de predicción cometidos. Es decir, si en periodos anteriores realizaron una sobrevaloración del tipo de cambio, la estimación realizada para el periodo siguiente estará corregida al alza por dicho error de predicción, por tanto el tipo de cambio esperado en el periodo $t+1$ será mayor que el tipo de cambio que se esperaba en el periodo t :

$$e_{t+1}^e = e_t^e + (1 - \omega)(e_t - e_t^e) \quad 0 < \omega < 1 \quad (11)$$

donde ω es un parámetro que mide el peso relativo del error de predicción en los valores esperados del tipo de cambio para periodos futuros. Según este esquema de formación de expectativas, si en el periodo t la previsión del tipo de cambio es perfecta ($e_t^e = e_t$), dicha previsión se mantendrá en el siguiente periodo.

A partir de la ecuación (11), el tipo de cambio esperado para el periodo $t+1$ puede expresarse como una media ponderada del tipo de cambio registrado en el periodo anterior y su correspondiente previsión para ese mismo periodo, es decir,

$$e_{t+1}^e = (1 - \omega)e_t + \omega e_t^e \quad (12)$$

Del mismo modo,

$$e_t^e = (1 - \omega)e_{t-1} + \omega e_{t-1}^e$$

$$e_{t-1}^e = (1 - \omega)e_{t-2} + \omega e_{t-2}^e \dots \dots \dots e_{t-n}^e = (1 - \omega)e_{t-n-1} + \omega e_{t-n-1}^e$$

Por lo que, simplificando quedaría que el tipo de cambio esperado es una media ponderada del valor del tipo de cambio actual y los valores observados en periodos pasados:

$$e_{t+1}^e = (1 - \omega)e_t + (1 - \omega) \sum_{n=1}^{\infty} \omega^n e_{t-n} \quad (13)$$

$$e_{t+1}^e = (1 - \omega) \sum_{n=0}^{\infty} \omega^n e_{t-n} \quad (13')$$

Una vez conocido cómo se calcula el valor esperado del tipo de cambio bajo la hipótesis de expectativas adaptativas y recordando que en los modelos monetarios el tipo de cambio se determina a través de las ofertas monetarias relativas nacional y extranjera, niveles de renta relativos interno y externo, y variación esperada del tipo de cambio:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \phi(y_t - y_t^*) + \lambda(e_{t+1}^e - e_t)$$

Sustituyendo el valor esperado del tipo de cambio para el periodo t+1 (ecuación 13') en la expresión monetaria del tipo de cambio, se obtiene que:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \phi(y_t - y_t^*) + \lambda \left[(1 - \omega) \sum_{n=0}^{\infty} \omega^n e_{t-n} - e_t \right] \quad (14)$$

Por tanto el tipo de cambio será igual a:

$$e_t = \frac{1}{1 + \lambda} [(m_t - m_t^*) - \phi(y_t - y_t^*)] + \frac{\lambda}{1 + \lambda} (1 - \omega) \sum_{n=0}^{\infty} \omega^n e_{t-n} \quad (15)$$

Según esta expresión el tipo de cambio en el periodo t depende del valor de los fundamentos (oferta monetaria y nivel de renta) en dicho periodo, así como de los valores pasados del tipo de cambio.

La principal crítica realizada a la hipótesis de expectativas adaptativas de cara a la modelización del tipo de cambio proviene de que este esquema supone asumir implícitamente que los agentes económicos cometen errores de predicción sistemáticos y regulares, así como una utilización ineficiente de la información disponible. Estas carencias han dado lugar a una escasa utilización de la hipótesis de expectativas adaptativas para explicar la evolución del tipo de cambio.

La tercera hipótesis en relación a la formación de las expectativas de los agentes económicos en los modelos monetarios es la hipótesis de expectativas racionales, habiendo sido ésta sobre la que mayor énfasis se ha realizado por parte de los distintos autores en la literatura económica. Por este motivo, el siguiente apartado se dedica al estudio del efecto de la hipótesis de expectativas racionales sobre el tipo de cambio.

II.2.1.1.1. Expectativas racionales, nueva información y burbujas especulativas

En los modelos monetarios de precios flexibles se asume que los agentes económicos forman sus expectativas racionalmente, es decir, que los agentes prevén que el tipo de cambio futuro será el derivado de la teoría del modelo monetario de precios flexibles, o lo que es lo mismo, que el tipo de cambio se determina a partir de las ofertas y demandas monetarias relativas de los dos países.

Según el modelo monetario básico de precios flexibles, el tipo de cambio viene determinado por:

$$e_t = (m_t - m_t^*) - \phi(y_t - y_t^*) + \lambda(e_{t+1}^e - e_t) = f_t + \lambda(e_{t+1}^e - e_t) \quad (1)$$

donde la variable f_t es una combinación lineal de los fundamentos del tipo de cambio.

Despejando el tipo de cambio actual se obtiene que el tipo de cambio en el momento t es una función que depende de sus fundamentos en dicho periodo (f_t) y del tipo de cambio esperado en el momento $t+1$, es decir,

$$e_t = \frac{1}{1 + \lambda} f_t + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+1}^e \quad (2)$$

Asumiendo que los agentes forman sus expectativas de forma racional y que, por tanto, suponen que el tipo de cambio futuro vendrá determinado a partir de la ecuación (2), se pueden calcular las expresiones correspondientes al tipo de cambio para los siguientes periodos $t+1$, $t+2$, etc., a partir del valor esperado de los fundamentos del tipo de cambio en dichos periodos, de tal forma que:

$$\begin{aligned} e_{t+1} &= \frac{1}{1 + \lambda} f_{t+1}^e + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+2}^e; \\ e_{t+2} &= \frac{1}{1 + \lambda} f_{t+2}^e + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+3}^e; \dots\dots\dots \\ e_{t+n} &= \frac{1}{1 + \lambda} f_{t+n}^e + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+n+1}^e \end{aligned}$$

y despejando de forma sucesiva en la ecuación (2), se obtiene que el tipo de cambio en el momento t viene determinado por:

$$e_t = \frac{1}{1 + \lambda} f_t + \frac{1}{1 + \lambda} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\lambda}{1 + \lambda} \right]^n f_{t+n}^e \quad (3)$$

La ecuación (3) es lo que se denomina como *ecuación fundamental del tipo de cambio* en un modelo con expectativas racionales. La conclusión más importante de esta

ecuación es que el tipo de cambio no sólo depende de los valores actuales de los fundamentos del tipo de cambio, sino también del valor esperado de los mismos en el futuro, por tanto, un cambio en las expectativas de los agentes económicos respecto al valor de los fundamentos, afectará al tipo de cambio en el momento actual. En otras palabras, si los agentes económicos prevén un aumento (disminución) relativo de la oferta monetaria doméstica en el futuro, el tipo de cambio actual se depreciará (apreciará) aunque todavía no se haya alterado la oferta monetaria. Del mismo modo, si los agentes económicos prevén un aumento (disminución) de la renta real relativa, el tipo de cambio se apreciará (depreciará).

La consecuencia de este razonamiento es que la evolución que seguirá el tipo de cambio vendrá determinada por la evolución de sus variables fundamentales (oferta y demanda monetaria).

Sin embargo, las predicciones del tipo de cambio a partir de la ecuación fundamental del tipo de cambio, se desvían del valor efectivo del tipo de cambio. La causa de estas desviaciones se encuentra en la aparición de nueva información relevante para la determinación del tipo de cambio que no fue anticipada por los agentes, provocando así movimientos volátiles en el tipo de cambio. Así, la variación del tipo de cambio en el periodo $t+1$ se puede descomponer en un componente anticipado (Δe^a), derivado de las expectativas de los agentes respecto a la trayectoria de los fundamentos y otro componente no anticipado (Δe^{na}), derivado de la aparición de nueva información o acontecimientos imprevisibles.

$$\Delta e_t = e_{t+1} - e_t = \Delta e_t^a + \Delta e_t^{na} \quad (4)$$

donde la variación anticipada del tipo de cambio viene determinada por la expresión $\Delta e_t^a = e_{t+1}^e - e_t$ y la variación no anticipada del tipo de cambio se determina a partir de la expresión $\Delta e_t^{na} = e_{t+1} - e_{t+1}^e$.

Esta desviación del tipo de cambio respecto a las expectativas generadas en el periodo anterior, se debe a la aparición de nueva información que sorprende al mercado

y que consecuentemente los agentes no podían prever. Ya que se trata de un modelo de expectativas racionales, la variación anticipada o prevista del tipo de cambio será la que determine la ecuación fundamental del tipo de cambio, es decir, que el tipo de cambio en el periodo $t+k$ vendría determinado por la siguiente expresión, donde I_t representa el conjunto de información conocida en el periodo t :

$$e_{t+k}^e, I_t = \frac{1}{1+\lambda} f_{t+k} + \frac{1}{1+\lambda} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\lambda}{1+\lambda} \right]^n f_{t+n+k}^e \quad (5)$$

Según esta expresión, el tipo de cambio esperado viene determinado por los fundamentos del tipo de cambio conocidos en ese momento, $(1 / 1 + \lambda) f_{t+k}$, y las expectativas respecto a los valores futuros de los mismos,

$$(1/1+\lambda) \sum_{n=1}^{\infty} \left[\lambda/1+\lambda \right]^n f_{t+n+k}^e \quad (6)$$

Por tanto, cualquier cambio en las expectativas respecto al valor futuro de los fundamentos provocará cambios en el tipo de cambio. Así, la variación anticipada del tipo de cambio quedaría determinada por:

$$\Delta e_t^a = e_{t+1}^e - e_t^e = \frac{1}{1+\lambda} \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{\lambda}{1+\lambda} \right]^n (f_{t+n+1}^e - f_{t+n}^e) \quad (7)$$

donde todos los valores esperados, tanto del tipo de cambio como de los fundamentos, están condicionados a la información disponible en el periodo t . Por tanto, la variación anticipada del tipo de cambio equivale a la suma descontada de las variaciones esperadas de los fundamentos en el futuro.

Por su parte, la variación del tipo de cambio no anticipada, vendría determinada por la expresión,

$$\Delta e_t^{na} = e_{t+1} - e_{t+1}^e = \frac{1}{1+\lambda} \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{\lambda}{1+\lambda} \right]^n (f_{t+n+1}^{e_{t+1}} - f_{t+n+1}^{e_t}) \quad (8)$$

Es decir, que la variación no anticipada del tipo de cambio equivale a la suma descontada de los cambios en las expectativas respecto a los fundamentos en el futuro.

El parámetro λ mide la sensibilidad del tipo de cambio actual respecto a la tasa de depreciación esperada. Como señalan Gámez y Torres (1996), a partir de los resultados de diversas aplicaciones empíricas, se demuestra que las variaciones anticipadas del tipo de cambio no son muy grandes, y por tanto la volatilidad del tipo de cambio depende de la nueva información sobre las expectativas de los fundamentos en el futuro. “Un cambio pequeño no esperado en los fundamentos puede conllevar información que origine una revisión sustancial de las expectativas de los fundamentos y por tanto, producir cambios sustanciales no esperados del tipo de cambio”.

Así, el tipo de cambio en el periodo $t+1$ será igual a $e_{t+1} = e_t + \Delta e_t^a + \Delta e_t^{na}$.

La fuerte volatilidad del tipo de cambio que provoca que éste se desvíe significativamente de la trayectoria marcada por sus fundamentos, ha sido también explicada a través de la existencia de burbujas especulativas.

Se habla de existencia de burbujas especulativas cuando el precio de un activo, por ejemplo una divisa, se aleja significativamente y sin que existan razones fundamentales, de su valor de equilibrio, ya sea por encima o por debajo, siendo el precio de equilibrio el derivado de sus determinantes fundamentales. Esto implica que si una moneda esta sobrevalorada o infravalorada se generarían en el mercado posiciones vendedoras o compradoras con el fin de obtener ganancias especulativas derivadas de esta valoración incorrecta. Si una moneda esta sobrevalorada y existe la creencia entre los agentes de que el precio continuará incrementándose durante algún tiempo, pueden obtener ganancias especulativas comprando activos a un precio y vendiendo a otro más caro antes de que el precio de la moneda caiga a su verdadero valor. Este comportamiento por parte de los especuladores hace que se incremente más aún el

tamaño de la burbuja hasta que por fin estalla; la particularidad de las burbujas es que precisamente el precio del activo no cae de forma gradual y pausada hacia su valor de equilibrio, sino que por el contrario, cae de forma súbita provocando fuertes depreciaciones que pueden desembocar incluso en una crisis cambiaria.

La explicación teórica subyacente a la existencia de burbujas especulativas está relacionada con la credibilidad de las medidas de política económica. Si la autoridad económica decide aplicar una determinada política económica pero los agentes que participan en el mercado de divisas no creen que dicha política vaya a mantenerse en el futuro, el precio de la moneda se alejará de su valor de equilibrio, ya que las autoridades anuncian que los fundamentos van a tomar unos determinados valores, mientras que los agentes económicos creen que el valor de los fundamentos va a ser otro. En este sentido, si la autoridad económica decide aplicar una determinada política económica para que el tipo de cambio siga una trayectoria, la falta de confianza en el sostenimiento de dicha política desencadenará una trayectoria del tipo de cambio diferente.

Existen dos casos en la teoría de las burbujas especulativas:

a) *Burbujas sin límite*: la existencia de estas burbujas implica que el tipo de cambio de mercado se desvía continuamente del valor que determinan sus fundamentos. En términos analíticos, bajo la teoría de las burbujas especulativas, el tipo de cambio de mercado viene determinado por su nivel de equilibrio, es decir, el determinado por los fundamentos, y un valor que indica la desviación en cada momento del tipo de cambio respecto de su valor de equilibrio. Ese valor es lo que se denomina burbuja especulativa.

Por tanto: $e_t = \bar{e} + b_t$.

Para estimar el valor de b_t , la burbuja especulativa, se realizan dos hipótesis simplificadoras: i) que los fundamentos son constantes, es decir, $f_{t+n} = \bar{f}$ y ii) que nos encontramos en un entorno no sujeto a shocks aleatorios, es decir, un entorno determinista.

Recordando la ecuación (2) de este epígrafe y asumiendo la hipótesis de que los fundamentos son constantes a lo largo del tiempo, el valor esperado del tipo de cambio en $t + 1$ sería igual a:

$$e_{t+1}^e = \frac{1}{1 + \lambda} \bar{f} + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+2}^e \quad (9)$$

Asimismo, si el entorno es determinista el valor esperado del tipo de cambio coincidirá con el verdadero valor del tipo de cambio, es decir, las previsiones de los agentes serán perfectas:

$$e_{t+1}^e = e_{t+1}, \quad e_{t+2}^e = e_{t+2}, \dots, \dots, \dots, \quad e_{t+n}^e = e_{t+n}$$

por tanto la ecuación anterior quedaría:

$$e_{t+1} = \frac{1}{1 + \lambda} \bar{f} + \frac{\lambda}{1 + \lambda} e_{t+2} \quad (10)$$

Iterando esta ecuación de forma sucesiva para los periodos siguientes hasta $t+n$, y reordenando términos, la expresión resultante sería:

$$e_{t+1} - \left(\frac{1 + \lambda}{\lambda} \right) e_t = - \frac{1}{\lambda} \bar{f} \quad (11)$$

La solución general de esta ecuación está formada por dos componentes: i) una solución particular, que se identifica con el valor de equilibrio del tipo de cambio y ii) una solución complementaria, que representa la desviación de la trayectoria temporal del tipo de cambio respecto al de equilibrio. Por tanto, la solución general es igual a:

$$e_t = \bar{e} + A \left(\frac{1 + \lambda}{\lambda} \right)^t \quad (12)$$

donde A es una constante arbitraria determinada por la diferencia entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio ($e_0 - \bar{e}$). Por tanto $A(1 + \lambda / \lambda)^t$ indica la desviación en cada momento del tiempo del tipo de cambio respecto de su valor de equilibrio. A esta desviación es a lo que se llama burbuja especulativa:

$$b_t = A(1 + \lambda / \lambda)^t \quad (13)$$

dado que $1 + \lambda / \lambda$ es mayor que la unidad, la burbuja sería siempre distinta de cero y por tanto no tendría límite, siendo la desviación del tipo de cambio ascendente cuando $b_t > 0$ y descendente cuando $b_t < 0$.

b) *Burbujas temporales*: Las burbujas sin límite no existen en la realidad, sino que por el contrario llega un momento en el que estallan, provocando una rápida caída del precio del activo hasta su valor de equilibrio. En el momento en que la burbuja estalla el tipo de cambio de mercado se iguala al tipo de cambio de equilibrio y el valor de la burbuja se vuelve igual a cero ($b_t^* = 0$).

Mientras haya gente que piense que todavía pueden obtenerse ganancias entrando en la burbuja, la burbuja especulativa seguirá creciendo. En este caso, dado que los agentes saben que en un momento determinado del tiempo la burbuja va a estallar y el tipo de cambio va a caer hasta su nivel de equilibrio, antes de decidir si entrar en la burbuja tendrán que asignar probabilidades a que la burbuja siga creciendo y a que estalle. Si la tasa de depreciación de la moneda es igual a $e_{t+1} - e_t$, y los especuladores asignan una probabilidad α al suceso de que la burbuja va a seguir manteniéndose, esto implica que la probabilidad asociada a que la burbuja estalle será $(1 - \alpha)$. Por tanto, el beneficio esperado derivado de que la moneda siga sobrevalorada será $\alpha (e_{t+1} - e_t)$ por cada unidad monetaria que mantengan. Por el contrario, la pérdida esperada por unidad monetaria en el caso de que la burbuja estalle sería $(1 - \alpha)(\bar{e} - e_t)$.

Por tanto:

$$e_{t+1}^e - e_t = \alpha(e_{t+1} - e_t) + (1 - \alpha)(\bar{e} - e_t) \quad (14)$$

Asimismo, por la condición de la paridad no cubierta de intereses:

$$i_t - i_t^* = e_{t+1}^e - e_t$$

y de esta forma,

$$i_t - i_t^* = \alpha(e_{t+1} - e_t) + (1 - \alpha)(\bar{e} - e_t) \quad (15)$$

Por lo que:

$$e_{t+1} - e_t = \frac{i - i^*}{\alpha} - (1 - \alpha) \frac{(\bar{e} - e_t)}{\alpha} \quad (16)$$

Por otra parte, el diferencial de intereses puede definirse también a partir de los respectivos equilibrios monetarios nacional y extranjero:

$$\begin{aligned} i_t &= \frac{1}{\lambda} (p_t - \bar{m}_t + \phi \bar{y}_t) \\ i_t^* &= \frac{1}{\lambda} (p_t^* - \bar{m}_t^* + \phi \bar{y}_t^*) \\ i_t - i_t^* &= \frac{1}{\lambda} ((p_t - p_t^*) - (\bar{m}_t - \bar{m}_t^*) + \phi(\bar{y}_t - \bar{y}_t^*)) \end{aligned} \quad (17)$$

Por último, y considerando por una parte que el tipo de cambio de equilibrio viene determinado por sus fundamentos, $\bar{e} = (\bar{m} - \bar{m}^*) - \phi(\bar{y} - \bar{y}^*) = \bar{f}$ y por otra, que según la paridad del poder adquisitivo el logaritmo del tipo de cambio es igual a la diferencia de los logaritmos de los niveles de precios nacional y extranjero, $e_t = p_t - p_t^*$, el diferencial de intereses quedaría finalmente definido como:

$$i_t - i_t^* = \frac{1}{\lambda} (e_t - \bar{e}) \quad (18)$$

Sustituyendo el valor del diferencial de intereses en la ecuación (16)¹² se obtiene que:

$$e_{t+1} - \frac{1 + \lambda}{\lambda\alpha} e_t = \left[1 - \frac{1 + \lambda}{\lambda\alpha} \right] \bar{e}$$

Finalmente, el tipo de cambio vendrá determinado por su valor de equilibrio y el valor de la burbuja:

$$e_t = \bar{e} + (e_{t+1} - \bar{e}) \frac{\lambda\alpha}{1 + \lambda}$$

En el momento en que los especuladores asignan una probabilidad alta a que la burbuja estalle en el próximo periodo, esto provocará que decidan vender sus activos con el fin de no incurrir en pérdidas, provocando así que la burbuja estalle en el periodo actual.

II.2.1.2. Modelo Monetario de precios rígidos

Los modelos monetarios de precios rígidos asumen las mismas hipótesis de partida que los modelos de precios flexibles, es decir, movilidad perfecta de capitales, mantenimiento de la paridad no cubierta de intereses y cumplimiento, a largo plazo, de la paridad del poder adquisitivo. Sin embargo, los modelos de precios rígidos consideran que la velocidad de ajuste en los mercados de activos y de bienes es diferente: mientras que el mercado de activos se ajusta rápidamente, el ajuste del mercado de bienes es más lento, debido a que, a corto plazo, los precios permanecen constantes. Debido a esta rigidez de precios, el ajuste del mercado monetario se produce a través de alteraciones en el tipo de interés que influyen sobre el tipo de cambio atrayendo o expulsando capitales. Por tanto, a diferencia de las predicciones del modelo

¹² $e_{t+1} - e_t = \frac{1}{\lambda\alpha} (e_t - \bar{e}) - \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} (\bar{e} - e_t)$
 $e_{t+1} - e_t \left(1 + \frac{1}{\lambda\alpha} + \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) = \bar{e} \left(-\frac{1}{\lambda\alpha} - \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right)$

monetario de precios flexibles, el tipo de cambio puede desviarse, a corto plazo, de su valor de equilibrio, impidiendo el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo en el corto plazo.

Estos modelos tienen su origen en Dornbusch (1976), y su principal implicación es que, debido a la hipótesis de rigidez de precios a corto plazo, el tipo de cambio puede superar su nivel de equilibrio a largo plazo. Esta característica es lo que se ha denominado como desbordamiento o sobre-reacción del tipo de cambio. No obstante, las predicciones del modelo de precios rígidos a largo plazo son las mismas que las derivadas del modelo de precios flexibles, ya que, a largo plazo, sí consideran el ajuste del nivel de precios y, por tanto, el nivel de equilibrio a largo plazo del tipo de cambio viene determinado por la condición de la paridad del poder adquisitivo ($e_t = p_t - p_t^*$).

La explicación del desbordamiento del tipo de cambio en el corto plazo respecto de su nivel de equilibrio, se encuentra en que ante una alteración de la oferta nominal de dinero, la rigidez de precios en el mercado conlleva una alteración de la oferta real monetaria, dando lugar a una variación del tipo de interés interno con el fin de equilibrar el mercado monetario. Este cambio en el tipo de interés interno genera una entrada o salida neta de capital extranjero que provoca a su vez una alteración del tipo de cambio nominal, apreciando o depreciando la moneda nacional. Por la condición de la paridad no cubierta de intereses, para que se mantenga el equilibrio en el mercado cambiario, la diferencia existente entre los tipos de interés nacional y extranjero debe ser compensada por una apreciación esperada de la moneda, en el caso de que el tipo de interés nacional se encuentre por debajo del extranjero, o una depreciación esperada si el cambio inicial en el mercado de dinero fue un aumento del tipo de interés nacional.

El modelo monetario desarrollado por Dornbusch parte de las ecuaciones que definen el equilibrio en el mercado de activos, la condición de la paridad no cubierta de intereses, considerando que la depreciación esperada del tipo de cambio depende de la diferencia del tipo de cambio actual respecto de su valor de equilibrio y el equilibrio en el mercado de bienes:

$$m_t - p_t = \phi y_t - \lambda i_t \quad (1)$$

$$\Delta e_{t+k}^e = \theta(\bar{e}_t - e_t), \quad \text{por lo que} \quad i_t = i_t^* + \theta(\bar{e}_t - e_t) \quad (2)$$

$$p_t - m_t = -\phi y_t + \lambda i_t^* + \lambda \theta(\bar{e}_t - e_t) \quad (3)$$

donde todas las variables, excepto el tipo de interés están expresadas en logaritmos.

Dado que, en el largo plazo, el tipo de cambio coincidirá con su valor de equilibrio, el nivel de precios de equilibrio vendrá determinado por:

$$\bar{p} = m_t - \phi y_t + \lambda i_t^* \quad (4)$$

Conocido el valor de equilibrio a largo plazo del nivel de precios, para establecer el tipo de cambio en función del nivel de precios, en la ecuación (3) se resta el nivel de precios a largo plazo (\bar{p}), sustituyéndolo por su valor determinado en (4):

$$p_t - \bar{p}_t = \lambda \theta(\bar{e}_t - e_t), \quad \text{por tanto:} \quad e_t = \bar{e}_t - \frac{1}{\lambda \theta} (p_t - \bar{p}_t) \quad (5)$$

La ecuación (5) es una de las ecuaciones fundamentales del modelo desarrollado por Dornbusch: dados los niveles de equilibrio a largo plazo del tipo de cambio y del nivel de precios, un incremento del nivel de precios da lugar a una reducción de la oferta real monetaria con el consiguiente aumento del tipo de interés nacional, provocando así una entrada neta de capitales y apreciando la moneda doméstica en la cuantía necesaria para compensar el diferencial de intereses, de tal forma que se siga manteniendo la condición de la paridad no cubierta de intereses.

Por su parte, el equilibrio en el mercado de bienes viene determinado por la siguiente ecuación, donde “D” es la demanda agregada, “ β_0 ” es el término independiente, “ $e - p$ ” es el precio relativo de los bienes domésticos habiendo normalizado previamente $p^* = 0$, “y” es la renta real e “i” el tipo de interés interno:

$$\ln D = \beta_0 + \delta(e - p) + \gamma y - \sigma i \quad (6)$$

Por tanto una disminución del precio relativo de los bienes domésticos, un incremento de la renta real o una reducción del tipo de interés, se traducirá en un incremento de la demanda de bienes y servicios. Para restablecer el equilibrio en el mercado de bienes ante una alteración de cualquiera de sus componentes, el nivel de precios tendrá que aumentar, sin embargo, el ajuste de los precios no es instantáneo. A medida que el nivel de precios va aumentando para reducir el exceso de demanda en el mercado de bienes, el tipo de cambio irá apreciándose, ya que al incrementarse el nivel de precios se produce una reducción de la demanda de saldos reales incrementando paulatinamente el tipo de interés nacional y apreciando así la moneda doméstica hasta que ésta alcance su nivel de equilibrio a largo plazo. Una vez alcanzado el equilibrio a largo plazo no habrá excesos de oferta ni de demanda, el tipo de interés interno será igual al externo, el nivel de precios será constante y la variación esperada del tipo de cambio será nula.

Una vez conocido el equilibrio en el mercado de activos y en el de bienes, Dornbusch analiza los efectos sobre ambos mercados de una expansión monetaria. Un incremento de la oferta nominal monetaria provoca un desequilibrio tanto en el mercado de activos como en el mercado de bienes para los niveles iniciales del tipo de cambio y del nivel de precios. Al suponerse que el mercado de bienes se ajusta lentamente debido a la rigidez de precios, el incremento de la cantidad de dinero se traducirá en un aumento proporcional de la oferta real de dinero, provocando así una disminución del tipo de interés nacional, dando lugar a una salida neta de capitales que generará una depreciación de la moneda interna. La disminución del tipo de interés junto a la depreciación de la moneda dará lugar a un exceso de demanda en el mercado de bienes que deberá ser corregido por un aumento de la producción y el consiguiente aumento de precios. Sin embargo, el mercado de bienes se ajusta lentamente, y el incremento de precios no se produce instantáneamente. Por este motivo, el tipo de cambio tendrá que ajustar el mercado de activos, depreciándose por encima del valor de equilibrio esperado por los agentes, ya que sólo en este caso los inversores preverán una apreciación futura de la moneda que permita así compensar el menor tipo de interés interno. Este razonamiento sólo es posible si se asume que la alteración de la oferta

nominal de dinero no afecta a las expectativas de los agentes respecto al valor de equilibrio a largo plazo del tipo de cambio, por tanto, una de las hipótesis del modelo es que las expectativas de los agentes económicos son constantes.

A largo plazo sin embargo, los precios han tenido tiempo suficiente para ajustarse al exceso de demanda, lo que provocará una disminución paulatina de la oferta real monetaria. A medida que el nivel de precios va aumentando, el tipo de interés interno va incrementándose permitiendo así una entrada de capitales que aprecie la moneda nacional hasta alcanzar su valor de equilibrio.

Entre los modelos de precios rígidos merece también una atención especial el desarrollado por Frankel (1979). Frankel señala que los modelos monetarios de precios flexibles resultan válidos para describir el comportamiento del tipo de cambio cuando las variaciones en el diferencial de inflación son grandes, como en el caso de la hiperinflación de Alemania durante los años veinte¹³. Por el contrario, los modelos monetarios de precios rígidos son válidos para describir la dinámica del tipo de cambio, cuando el diferencial de inflación es, por el contrario, pequeño. Sin embargo, Frankel considera que ninguno de los dos modelos es adecuado cuando el diferencial de inflación es moderado. Por este motivo, Frankel propone un modelo en el que combina, por un lado, la rigidez de precios a corto plazo propuesta por Dornbusch (1976) y, por otro, la hipótesis de que existe una inflación secular.

Al igual que Dornbusch, Frankel considera que, a corto plazo, el tipo de cambio puede desbordarse respecto a su valor de equilibrio. En este caso, la desviación del tipo de cambio respecto al valor de equilibrio, es proporcional al diferencial de intereses reales. Así, si se produce un diferencial de intereses positivo debido a una contracción monetaria interna, la moneda nacional se aprecia alejándose de su valor de equilibrio. Por el contrario, si el diferencial de intereses es elevado debido a un mayor diferencial esperado de tasas de inflación, la moneda interna se depreciará para ajustarse a su nivel de equilibrio.

¹³ El modelo monetario de precios flexibles propuesto por Frenkel (1976) fue contrastado precisamente para el periodo de hiperinflación en Alemania.

El modelo parte de dos hipótesis fundamentales: i) cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses y ii) al igual que Dornbusch, la depreciación esperada del tipo de cambio viene determinada de forma regresiva por la diferencia entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio; sin embargo, Frankel introduce además el diferencial de inflación a largo plazo¹⁴. Por tanto:

$$i_t = i_t^* + \Delta e_{t+k}^e \quad (1)$$

$$\Delta e_{t+k}^e = -\theta(e_t - \bar{e}) + (\pi^e - \pi^{e*}) \quad \theta > 0 \quad (2)$$

Por tanto, a corto plazo, la variación esperada del tipo de cambio tiende a ajustarse a su nivel de equilibrio a una tasa, determinada por el parámetro positivo θ , proporcional a la desviación del tipo de cambio corriente respecto de su valor de equilibrio -ecuación (2)-. A largo plazo, al considerar flexibilidad de precios, la variación esperada del tipo de cambio queda determinada por la paridad del poder adquisitivo, es decir, por el diferencial esperado de tasas de inflación a largo plazo $\Delta e = \pi^e - \pi^{e*}$.

Por tanto, a largo plazo, cuando el tipo de cambio alcanza el equilibrio ($e = \bar{e}$), la paridad no cubierta de intereses queda modificada igualando el diferencial de intereses al diferencial esperado de tasas de inflación a largo plazo:

$$\bar{i} - \bar{i}^* = \pi^e - \pi^{e*} \quad (3)$$

donde \bar{i} y \bar{i}^* representan los valores de equilibrio a largo plazo, de los respectivos tipos de interés a corto plazo, interno y externo.

Combinando la paridad no cubierta de intereses con la función que determina la variación esperada del tipo de cambio, -ecuaciones (1) y (2)-, se obtiene que la

¹⁴ En el modelo propuesto por Frankel, la tasa de inflación esperada a largo plazo viene determinada por el crecimiento anunciado de la oferta monetaria.

desviación del tipo de cambio respecto de su valor de equilibrio, viene determinada por el diferencial de intereses reales:

$$e_t - \bar{e}_t = -\frac{1}{\theta} [(i_t - \pi^e) - (i_t^* - \pi^{e*})] \quad (4)$$

Y dado que, a largo plazo, se cumple que $\bar{i} - \bar{i}^* = \pi^e - \pi^{e*}$, entonces, la ecuación anterior puede escribirse como:

$$e_t - \bar{e}_t = -\frac{1}{\theta} [(i_t - i_t^*) - (\bar{i} - \bar{i}^*)] \quad (4')$$

La interpretación económica de esta expresión es que, cuando se produce una contracción monetaria que provoca que el diferencial de tipos de interés a corto plazo se sitúe por encima de su valor de equilibrio, se produce una entrada neta de capitales que aprecia la moneda interna, alejándola proporcionalmente de su valor de equilibrio.

Por su parte, el tipo de cambio de equilibrio a largo plazo viene determinado por los correspondientes valores de equilibrio de las variables explicativas del modelo monetario tradicional:

$$\bar{e} = (\bar{m} - \bar{m}^*) - \phi(\bar{y} - \bar{y}^*) + \lambda(\bar{i} - \bar{i}^*) \quad (5)$$

Y dado que el valor de equilibrio del diferencial de intereses a corto plazo viene determinado por el diferencial esperado de inflación, ($\bar{i} - \bar{i}^* = \pi^e - \pi^{e*}$), el tipo de cambio de equilibrio queda determinado por:

$$\bar{e} = (\bar{m} - \bar{m}^*) - \phi(\bar{y} - \bar{y}^*) + \lambda(\pi^e - \pi^{e*}) \quad (5')$$

Y, finalmente, despejando el tipo de cambio corriente de la ecuación (4) y sustituyendo el valor de equilibrio del tipo de cambio de la ecuación (5'), se obtiene la

expresión que determina el tipo de cambio corriente en el modelo propuesto por Frankel:

$$e_t = m_t - m_t^* - \phi(y_t - y_t^*) - \frac{1}{\theta} (i_t - i_t^*) + \left(\frac{1}{\theta} + \lambda\right)(\pi^e - \pi^{e*}) \quad (6)$$

donde se ha asumido que los valores de equilibrio a largo plazo de las ofertas monetarias y niveles de renta, vienen determinados por sus valores corrientes.

Las implicaciones económicas derivadas de la ecuación (6) son diferentes en el corto y largo plazo. A corto plazo, un aumento de la oferta monetaria interna, hace disminuir, por la rigidez de precios, el tipo de interés interno provocando una salida de capitales que deprecia la moneda interna. Del mismo modo, un aumento del diferencial de intereses interno ocasionado por una contracción monetaria, atrae una entrada neta de capital extranjero que aprecia la moneda. En este caso, el efecto del tipo de interés sobre el tipo de cambio es negativo, ya que incrementos del tipo de interés producen una apreciación de la moneda nacional. Por su parte, un incremento de la renta real relativa genera un exceso de demanda de dinero que incrementa los tipos de interés, apreciando así la moneda interna. A largo plazo, los incrementos de la oferta monetaria relativa, se traducen en aumentos proporcionales del nivel de precios y, por la paridad del poder adquisitivo, esto dará lugar a una depreciación de la moneda doméstica. Este aumento del nivel de precios se traduce en un aumento del diferencial de inflación a largo plazo y, consecuentemente, del diferencial de intereses a largo plazo, provocando la depreciación de la moneda nacional. Por tanto, a largo plazo, el efecto del tipo de interés, recogido en el diferencial de inflación, es positivo, ya que aumentos del diferencial de intereses producidos por aumentos en la inflación esperada a largo plazo, dan lugar a una depreciación de la divisa nacional frente al extranjera.

II.2.2. MODELOS DE EQUILIBRIO DE CARTERA

El enfoque de equilibrio de cartera para la determinación del tipo de cambio considera que, sobre el tipo de cambio, incide no sólo el mercado monetario, sino también el mercado de bonos y el mercado de bienes, si bien, a corto plazo, en estos modelos, se considera que el nivel de producción está dado debido a que el ajuste del mercado de bienes es más lento que el del mercado de capitales. La causa de considerar más mercados para la determinación del tipo de cambio, se encuentra en que estos modelos señalan que no existe sustituibilidad perfecta entre los activos financieros denominados en divisas diferentes.

En los modelos monetarios se suponía que los agentes eran indiferentes a mantener activos nacionales o extranjeros y que, por tanto, sus preferencias a la hora de establecer la composición de su cartera dependían, únicamente, del rendimiento esperado de los diferentes activos, implicando por tanto el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses.

En los modelos de equilibrio de cartera, los activos denominados en diferentes divisas no son sustitutos perfectos, debido a la existencia de una prima de riesgo. Esta prima de riesgo se debe a la incertidumbre respecto al tipo de cambio futuro, provocada a su vez por la diferente valoración del riesgo político y de solvencia asociado a cada país, la presencia de controles de capital y costes de transacción, la información imperfecta relativa a los activos denominados en moneda extranjera, etc. (Bajo-Rubio y Sosvilla, 1992). Por este motivo, los modelos de equilibrio de cartera no consideran que se mantenga la paridad no cubierta de intereses, la cual se ve modificada por la introducción de la prima de riesgo (ρ), de tal forma que:

$$i_t = i_t^* + (e_{t+k}^e - e_t) + \rho_t$$

donde la prima de riesgo, ρ , puede ser positiva o negativa en función de cuales sean los activos más arriesgados. Así, si resulta más arriesgado invertir en activos extranjeros, la prima de riesgo deberá ser negativa para que se cumpla la condición de la

paridad no cubierta de intereses, implicando que la rentabilidad exigida a los activos extranjeros es superior a la exigida a los activos internos. Por el contrario, si los activos nacionales llevan asociado un mayor riesgo frente a los activos denominados en divisa externa, la prima de riesgo será positiva, ya que, en este caso, los inversores exigirán una mayor rentabilidad a los activos denominados en moneda interna.

$$\text{Por tanto, } e_{t+k}^e = i_t - i_t^* + e_t - \rho_t$$

La existencia de una prima de riesgo implica que los agentes económicos, a la hora de invertir en activos denominados en una divisa extranjera, exigen a dichos activos, una mayor rentabilidad de la que se deriva de la paridad no cubierta de intereses, consecuencia de la incertidumbre relativa que acompaña a los activos denominados en dicha moneda. Así, la prima de riesgo puede definirse como la diferencia entre la rentabilidad esperada de los activos extranjeros y la rentabilidad de los activos en moneda interna:

$$\rho_t = i_t - i_t^* - \Delta e_{t+k}^e$$

Dado que la prima de riesgo puede ser positiva o negativa en función del riesgo asociado a los diferentes activos, asumiremos, en este caso, que la prima de riesgo está asociada a la tenencia de activos extranjeros, lo que implica que los agentes económicos exigirán una mayor rentabilidad a los activos denominados en moneda extranjera:

$$(i_t^* + \Delta e_{t+k}^e) > i_t \text{ y por tanto } \rho < 0.$$

Una vez definidas las hipótesis básicas de los modelos de equilibrio de cartera, el tipo de cambio se determina en función del equilibrio de los mercados de dinero y de bonos, tanto internos como externos, considerando adicionalmente la restricción de la riqueza financiera.

Un cambio en las preferencias de los agentes respecto a las tenencias de activos denominados en diferentes monedas provoca una redistribución de la riqueza entre países, originando un desplazamiento en las demandas relativas de activos,

modificándose su precio y, consecuentemente, el tipo de cambio de sus monedas. Esta característica de los modelos de equilibrio de cartera es lo que se ha denominado *efecto cartera*. Asimismo, como la transferencia de riqueza entre países se mide a través del saldo de la cuenta corriente, ésta se constituye en un determinante del tipo de cambio.

La mayor parte de los modelos desarrollados bajo estas características, asumen que los residentes de cualquier país sólo mantienen dinero doméstico.

II.2.2.1. Modelo básico de equilibrio de cartera

Siguiendo a Gámez y Torres (1996), el modelo básico de equilibrio de cartera a corto plazo, se caracteriza por las siguientes hipótesis: en primer lugar, se asume que los activos financieros de ambos países no son sustitutos perfectos debido al diferente riesgo asociado a cada uno de ellos. En segundo lugar, considera que sólo hay dos países y que cada uno de ellos se especializa en un único bien que produce y exporta al otro país. Dicho bien es, asimismo, sustituto imperfecto del bien comercializado por el otro país. El modelo asume, adicionalmente, que los costes de transacción en los mercados de activos son muy pequeños, lo que permite redistribuir la composición de la riqueza de los agentes, y que los mercados de activos se ajustan rápidamente.

No obstante, según señalan estos autores, los distintos modelos de equilibrio de cartera se diferencian entre sí respecto a las hipótesis consideradas, las cuales pueden agruparse en: 1) sustituibilidad, 2) velocidad de ajuste en los mercados, 3) especialización y 4) tamaño del país doméstico.

En el modelo básico de equilibrio de cartera, los tenedores de activos de ambos países distribuyen su riqueza financiera entre dinero interno (M), dinero externo (M^*), bonos nacionales (B) y bonos extranjeros (B^*), considerándose fijo el valor nominal de ambos bonos y con unas tasas de rentabilidad i e i^* respectivamente.

La demanda interior (l_h) de saldos monetarios viene definida por la ecuación:

$$l_h = l_h(i, i^*, \Delta e_{t+k}^e, Y, W)$$

donde el subíndice “h” indica que son los residentes internos los que demandan dinero; Δe_{t+k}^e es la depreciación esperada en el momento t de la moneda nacional para el periodo t+k, “Y” es la renta nominal y “W” es la riqueza financiera nominal. La demanda monetaria interna muestra una relación inversa con el tipo de interés, tanto interno como externo, así como con la depreciación esperada de la moneda doméstica, mientras que mantiene una relación positiva con la renta y la riqueza.

El resto de demandas internas (M_h^* , B_h , B_h^*) y externas (M_f , M_f^* , B_f , B_f^*) se especifican de forma semejante, expresándose las demandas externas en términos de la moneda doméstica. El subíndice “f” se refiere a que son los residentes externos los que demandan el activo financiero correspondiente.

Por su parte, la riqueza financiera de cada país viene determinada por la suma de los stocks mantenidos de cada activo, dinero interno y externo, y bonos denominados en la moneda doméstica y en moneda externa:

$$W = M_h + B_h + E(M_h^* + B_h^*)$$

$$W^* = \frac{1}{E}(M_f + B_f) + M_f^* + B_f^*$$

donde h indica cuando los tenedores son agentes nacionales y f cuando los tenedores son agentes extranjeros; así, M_h sería la cantidad de dinero doméstico en manos de agentes internos y, M_f sería la cantidad de dinero interno en manos de agentes externos.

De esta forma, las cuatro condiciones de equilibrio de los stocks de activos valorados en moneda interna se satisfacen continuamente:

$$\left. \begin{aligned} M &\equiv M_h + M_f = l_h + El_f \\ EM^* &\equiv E(M_h^* + M_f^*) = l_h^* + El_f^* \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Mercado de dinero interno y externo} \\ \text{expresado en moneda interna} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} B &\equiv B_h + B_f = b_h + Eb_f \\ EB^* &\equiv E(B_h^* + B_f^*) = b_h^* + Eb_f^* \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Mercado de bonos interno y externo} \\ \text{expresado en moneda interna} \end{array}$$

donde b y b^* representan las demandas de bonos internos y externos.

En el mercado de bienes, por su parte, el equilibrio se alcanza cuando la demanda iguala a la oferta. En este caso, al existir dos bienes distintos y dos tipos de agentes de diferentes países, la demanda de los dos bienes viene definida por las cuatro demandas posibles de ambos bienes: 1) la demanda del bien interno realizada por los agentes internos (g_h), 2) la demanda del bien externo por los agentes internos (g_h^*), 3) la demanda del bien doméstico realizada por los agentes extranjeros (g_f) y 4) la demanda del bien extranjero realizada por los agentes extranjeros (g_f^*).

En ambos casos, la demanda de cada bien depende positivamente de la renta nominal y de la riqueza financiera, e inversamente de su precio, expresándolo en términos de la moneda doméstica (P, EP^*).

Por tanto, el equilibrio en el mercado de bienes vendrá determinado por las siguientes ecuaciones:

$$Y = \frac{Y}{P} = g_h + g_f = d$$

$$Y^* = \frac{Y^*}{P^*} = g_h^* + g_f^* = d^*$$

Estas expresiones determinan que, el equilibrio en el mercado de bienes se alcanza a través de cambios en los precios de los dos bienes y en las cantidades

producidas de los mismos. Si se asume flexibilidad de precios, el ajuste del mercado de bienes se producirá a partir de alteraciones en los precios; por el contrario, si se considera que, a corto plazo, los precios permanecen constantes, el ajuste del mercado vendrá determinado por variaciones de la producción.

No obstante, para determinar el tipo de cambio a corto plazo, puede obviarse el equilibrio en el mercado de bienes, ya que se considera que el ajuste de dicho mercado se produce lentamente. Por tanto, a corto plazo, será el equilibrio en los mercados financieros, -dinero y bonos-, el que determine el equilibrio del modelo.

Los tenedores de activos distribuyen su riqueza financiera entre dinero y bonos, nacionales y extranjeros, a partir de los rendimientos esperados de los mismos, incluyendo la tasa de depreciación esperada de la moneda interna que se supone ya dada.

Considerando que, a corto plazo, los stocks de activos (M , B , M^* y B^*) están determinados, el tipo de cambio y los tipos de interés (i , i^*) se ajustarán rápidamente.

La restricción de la riqueza financiera, expresada en la moneda interna, vendrá determinada, conjuntamente, por las respectivas restricciones de las riquezas interna y externa, de tal forma que:

$$W = M_h + B_h + E(M_h^* + B_h^*)$$

$$EW^* = (M_f + B_f) + E(M_f^* + B_f^*)$$

$$W + EW^* = M + B + E(M^* + B^*)$$

Considerando la restricción de la riqueza así definida, las condiciones de equilibrio en los cuatro mercados de activos se pueden resumir en tres por la ley de Walras:

$$M = \mu(i, i^*, E, \Delta E_{t+k}^e, Y, Y^*, W, W^*)$$

$$B = \beta(i, i^*, E, \Delta E_{t+k}^e, Y, Y^*, W, W^*)$$

$$EB^* = \gamma(i, i^*, E, \Delta E_{t+k}^e, Y, Y^*, W, W^*)$$

Dado que, a corto plazo, se consideran dados los niveles de renta interno y externo, Y e Y^* , y para unas determinadas expectativas de depreciación/apreciación de la moneda interna, el tipo de cambio se determina junto con el tipo de interés por las condiciones de equilibrio de stocks de los mercados financieros.

Asimismo, como a corto plazo las ofertas totales de cada activo, -dinero y bonos-, permanecen constantes, la interacción de las demandas de los cuatro activos existentes con sus correspondientes ofertas, determina conjuntamente los dos tipos de interés (i, i^*) y el tipo de cambio.

Así, el valor de equilibrio del tipo de cambio es aquel para el cual los tenedores de riqueza financiera, en conjunto, están dispuestos a mantener los stocks existentes de activos financieros.

▪ Modelo de Branson

Branson (1976,1977) plantea un modelo de equilibrio de cartera, en el que los agentes internos distribuyen su riqueza financiera (W) en forma de dinero interno (M), bonos internos (B) y bonos extranjeros (B^*). Así, la riqueza financiera de los agentes internos, expresada en términos de la moneda doméstica queda determinada por la siguiente ecuación:

$$W = M + B + EB^*$$

Por su parte, los residentes externos sólo mantienen moneda externa y bonos externos, por lo que su restricción financiera queda determinada por $W^* = M^* + B^*$.

Por su parte, el rendimiento de los bonos, internos y externos, viene determinado por los tipos de interés i e i^* , siendo éste último una variable exógena, ya que se

considera que el país doméstico es una economía pequeña. Asimismo, el modelo asume que los bonos extranjeros llevan asociados una prima de riesgo, por lo que la rentabilidad exigida a dichos bonos, deberá ser mayor que la rentabilidad ofrecida por los bonos nacionales.

En cuanto al ajuste de los mercados de bienes y activos, se considera que el mercado de bienes se ajusta lentamente, mientras que los mercados de activos se ajustan rápidamente. Por tanto, a corto plazo, el mercado de bienes no influye sobre el tipo de cambio.

El modelo parte además de la hipótesis de que el Banco Central está obligado a comprar toda la deuda pública emitida por el Estado y, por tanto, el crecimiento de la oferta monetaria interna viene determinado por las compras de deuda pública al Estado. Por su parte, el crecimiento de los bonos nacionales viene determinado por las emisiones y colocaciones de deuda pública por parte del Estado. Finalmente, la tasa de crecimiento de los bonos extranjeros viene determinada por el saldo de la cuenta corriente, de tal modo que, un déficit en la balanza por cuenta corriente implica una reducción de los activos extranjeros en manos de los residentes internos y, consecuentemente, una reducción de B^* ; la situación contraria se produce cuando la cuenta corriente presenta un superávit.

No obstante, a corto plazo, el stock de dinero, bonos internos y bonos externos viene dado. Dada esta hipótesis, la riqueza financiera puede variar, a corto plazo, como consecuencia de variaciones en el tipo de cambio, afectando al valor de los bonos extranjeros, expresado en moneda doméstica. De tal forma que, una depreciación del tipo de cambio, incrementa el valor de los bonos extranjeros en moneda nacional, incrementando la riqueza financiera de los residentes internos.

El modelo asume, finalmente, expectativas estáticas en relación al tipo de cambio, por lo que la variación esperada del tipo de cambio es nula ($\Delta e_{t+k}^e = 0$).

Según este modelo, el equilibrio en los mercados de activos vendrá determinado, conjuntamente, por el equilibrio en el mercado de dinero interno y el equilibrio en los mercados de bonos internos y externos:

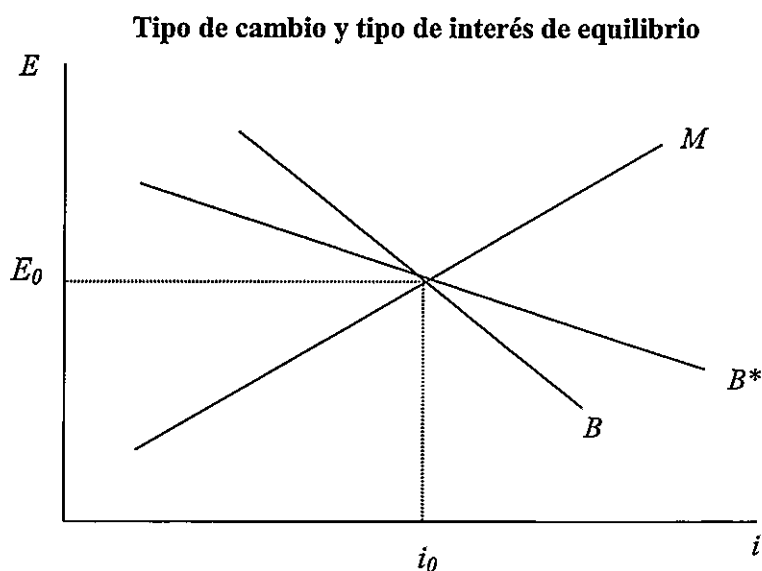
$$\begin{aligned} M &= l(i, i^* + \Delta e_{t+k}^e, W) & l_i < 0, l_{i^*} < 0, W > 0 \\ B &= b(i, i^* + \Delta e_{t+k}^e, W) & b_i > 0, b_{i^*} < 0, W > 0 \\ EB^* &= b^*(i, i^* + \Delta e_{t+k}^e, W) & b_i^* < 0, b_{i^*}^* > 0, W > 0 \end{aligned}$$

A partir de estas ecuaciones y, dada la restricción de la riqueza, el tipo de interés externo (i^*) y expectativas estáticas respecto al tipo de cambio, el tipo de interés interno y el tipo de cambio a corto plazo serán aquellos que satisfagan el equilibrio conjunto en los tres mercados. En concreto, el equilibrio en los mercados de activos internos (monetario y bonos), determinará el tipo de interés interno; por su parte, el equilibrio en el mercado de bonos extranjero, determina el tipo de cambio.

Así, si se produce una depreciación de la moneda interna, el valor de los bonos extranjeros, en términos de la moneda nacional, aumentará incrementando la riqueza financiera de los residentes internos. Este aumento de la riqueza, provocará un aumento de la demanda de dinero dando lugar así a un incremento del tipo de interés interno, restableciéndose de nuevo el equilibrio en el mercado de dinero.

Del mismo modo, el aumento de la riqueza financiera incrementará también la demanda de bonos internos, generando así un exceso de demanda de bonos que aumentará su precio, haciendo disminuir, por tanto, su rentabilidad.

Finalmente, un aumento del tipo de interés interno, disminuirá la proporción de bonos extranjeros en la cartera de los agentes a favor de bonos nacionales. La venta de bonos extranjeros tendrá un efecto sobre el tipo de cambio, provocando una depreciación de la divisa externa y una apreciación de la moneda interna.



En el gráfico anterior se muestra el equilibrio del tipo de cambio y tipo de interés anteriormente descrito. Por debajo de la recta M (equilibrio en el mercado monetario), hay un exceso de demanda de dinero y, dada la oferta monetaria, el tipo de interés interno tiene que aumentar para restablecer el equilibrio en el mercado de dinero. La recta B representa el equilibrio en el mercado de bonos interno; por encima de esta recta, hay un exceso de demanda de bonos internos que provocará, asimismo, una reducción de su rentabilidad. Por último, la recta B^* representa el equilibrio en el mercado de bonos extranjeros; cualquier combinación de tipo de interés y tipo de cambio por encima de esta recta, refleja una mayor rentabilidad de los bonos internos frente a los externos, dando lugar a un exceso de oferta de bonos externos que provocará una apreciación de la moneda doméstica.

Como puede observarse, la pendiente de la función que determina el equilibrio en el mercado de bonos interno, es mayor que la de la función del equilibrio en el mercado de bonos externo. Esto es así ya que, cambios en el tipo de interés interno, tienen un efecto mayor sobre la demanda de bonos nacionales que sobre la demanda de los bonos extranjeros. Por su parte, las variaciones del tipo de cambio afectan más a la demanda de bonos extranjeros.

II.2.2.2. Ampliaciones de los modelos de equilibrio de cartera

Aunque la mayor parte de los modelos desarrollados dentro del enfoque de equilibrio de cartera parten de la hipótesis de que la economía interna es un país pequeño lo que da lugar por una parte a que los agentes extranjeros no mantengan ni dinero ni bonos internos por resultarles poco atractivos. Esta hipótesis permite asimismo identificar las entradas y salidas de capital con aumentos y disminuciones de los activos extranjeros mantenidos en el mercado interno, permitiendo así establecer una relación de causalidad entre el tipo de cambio y el saldo de la cuenta corriente: un déficit por cuenta corriente significa que el país está reduciendo sus activos frente al exterior provocando así una depreciación de la moneda.

Existen otros modelos que consideran que todos los agentes, nacionales y extranjeros, mantienen dinero y bonos de su país así como del país extranjero, aunque tienen una mayor preferencia por los activos nacionales debido a que el riesgo asociado a los activos extranjeros es mayor. A este segundo tipo de modelos se los denomina *modelos de habitat local preferido*. En este caso se puede seguir manteniendo la relación directa establecida entre el saldo de la cuenta corriente y el tipo de cambio.

Otros modelos, los denominados *modelos de preferencias uniformes* (Dornbusch 1983) que los agentes son indiferentes a mantener activos nacionales o extranjeros.

II.2.3. MODELOS DEL TIPO DE CAMBIO CON CUENTA CORRIENTE

En una economía con movilidad perfecta de capital y sustituibilidad imperfecta de activos financieros, existe una relación directa entre el saldo de la cuenta corriente y el tipo.

Para estudiar la dinámica del tipo de cambio en un modelo de equilibrio de cartera es necesario conocer la dinámica de la acumulación de la riqueza, definiéndola como la evolución del stock de bonos extranjeros, utilizando para ello la cuenta corriente, y la formalización acerca de las expectativas del tipo de cambio.

En un sistema de tipos de cambio flexibles, el saldo de la cuenta corriente y de capital tiene que ser igual al saldo de la cuenta financiera. Por tanto, un déficit de la cuenta corriente y de capital implicaría un superávit de la balanza financiera, lo que significaría que el país está reduciendo sus activos frente al exterior ($dB^* < 0$). Del mismo modo, un superávit en la cuenta corriente y de capital implicaría que el país está aumentando sus activos frente al exterior ($dB^* > 0$). Por tanto, a lo largo del tiempo, la evolución de B^* determinará el tipo de cambio. Cuando la acumulación de bonos extranjeros sea positiva existirá una acumulación de riqueza financiera, y el tipo de cambio tenderá a apreciarse.

El saldo de la balanza por cuenta corriente (CC) se define como la suma del saldo de la balanza comercial (c) y la balanza de servicios (bs), definida ésta última como las rentas obtenidas de las inversiones en activos extranjeros:

$$CC = c(E, W) + bs \qquad bs = i^* B^* \qquad (1)$$

El saldo de la balanza comercial depende positivamente del tipo de cambio nominal¹⁵ ya que una depreciación de la moneda interna mejora las exportaciones incrementando así el saldo comercial, y negativamente de la riqueza financiera, ya que un incremento de la riqueza financiera se traduce en un incremento de las importaciones, reduciendo por tanto el saldo comercial. El término $i^* B^*$ representa la rentabilidad obtenida por los activos extranjeros.

Tal y como se ha expresado anteriormente, el saldo de la cuenta corriente tiene que ser igual a la acumulación de activos del exterior, por tanto:

$$CC = \dot{B}^* = c(E, W) + i^* B^* \qquad (2)$$

Por tanto, un desequilibrio en la cuenta corriente provocará un cambio, positivo o negativo, en la acumulación de activos frente al exterior dando lugar a variaciones del tipo de cambio.

¹⁵ Se supone que se cumple la condición Marshall-Lerner

Asimismo, la riqueza financiera queda definida por la suma del stock de dinero nacional, el stock de bonos internos y el stock de bonos extranjeros expresados en la moneda nacional: $W = M + B + EB^*$

Sustituyendo en la ecuación (2) la riqueza financiera por sus componentes, y linealizando la ecuación resultante se puede obtener la trayectoria dinámica de la acumulación o desacumulación de bonos extranjeros en manos de los residentes:

$$\dot{B}^* = c_E E + c_W M + c_W B + c_W EB^* + i^* B^* \quad (3)$$

La balanza por cuenta corriente está equilibrada cuando la acumulación de activos extranjeros es nula ($\dot{B}^* = 0$).

Para modelizar la evolución temporal del tipo de cambio se supone a priori previsión perfecta, es decir, que los agentes no cometen errores a la hora de hacer sus previsiones sobre el tipo de cambio esperado.

Las condiciones de equilibrio en el mercado de activos quedarían definidas por:

$$M = l(i, i^* + \dot{e}^e)W$$

$$B = b(i, i^* + \dot{e}^e)W$$

$$EB^* = b^*(i, i^* + \dot{e}^e)W$$

A partir de estas condiciones de equilibrio se llega a que la variación del tipo de cambio es:

$$\dot{e} = \theta_1 \frac{M}{W} + \theta_2 \frac{EB^*}{W}$$

$$\text{donde } \theta_1 = \frac{-b_i^*}{|A|} < 0 \quad \text{y} \quad \theta_2 = \frac{l_i}{|A|} > 0$$

$$\text{siendo a su vez } |A| = l_i b_{i^* + \dot{e}^e}^* - l_{i^* + \dot{e}^e} b_i^*$$

Así se observa como un aumento de los bonos extranjeros mantenidos por los agentes internos provoca un incremento del tipo de cambio.

▪ **Modelo de cuenta corriente para la determinación del tipo de cambio (Dornbusch y Fischer 1980)**

Este modelo parte de la hipótesis de que el país doméstico es una economía pequeña, por lo que el nivel de precios y el tipo de interés extranjero se consideran variables exógenas. Es una economía sin sector público que comercia bienes y activos financieros con el resto del mundo. Asimismo, el modelo supone que el nivel de producción se encuentra en su nivel de pleno empleo y que los agentes internos pueden mantener su riqueza, bien en moneda nacional o bien, en moneda extranjera. A corto plazo no se cumple la paridad del poder adquisitivo, por lo que el tipo de cambio real no es constante, implicando un aumento del tipo de cambio real una depreciación real de la moneda interna. Por último se asume como hipótesis de partida el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses.

Los objetivos perseguidos por Dornbusch y Fischer son, determinar el equilibrio a corto plazo del tipo de cambio real, así como de la cuenta corriente.

La riqueza financiera de los residentes internos (W) viene definida por la suma de la renta monetaria interna (PY), más los ingresos derivados de inversiones en bonos extranjeros, expresados en términos de la moneda doméstica (EP^*B^*).

$$W = PY + EP^*B^*$$

Por tanto, la demanda interna de dinero será una función que, dada una riqueza financiera, dependa inversamente del tipo de interés:

$$M^d = l(i)W$$

$$M^d = l(i)[PY + EP^*B^*] = l(i^* + e^e)[PY + EP^*B^*]$$

Dividiendo por el nivel de precios,



$$\frac{M^d}{P} = \frac{l(i^* + \dot{e}^e)[PY + EP^*B^*]}{P}$$

$m = l(i^* + \dot{e}^e)(Y + E_R B^*) = l(Y + E_R B^*)$, donde m es el stock real de dinero y E_R es el tipo de cambio real.

La riqueza interna en términos reales (w) queda definida por tanto como la suma de la cantidad de dinero en términos reales (m), que a corto plazo se considera constante, y el valor real de los activos financieros:

$$w = m + \frac{E_R B^*}{i^*}$$

El stock de bonos extranjeros que mantienen los agentes nacionales viene determinado por el ahorro pasado.

En cuanto al equilibrio en el mercado de bienes, éste se alcanza cuando la producción es igual a la demanda interna y externa:

$$y = d(E_R, w) + x(E_R)$$

donde d es la demanda interna total, incluyendo las importaciones.

Un aumento de la riqueza real incrementa el gasto agregado total, aumentando tanto la demanda de bienes nacionales como las importaciones. Asimismo, un incremento del tipo de cambio real supone una depreciación real de la moneda interna, es decir, un aumento de los precios relativos extranjeros, lo que implica una reducción de las compras al exterior y un aumento de las exportaciones.

Cuando el mercado de bienes está en equilibrio, el saldo de la balanza comercial es igual a la diferencia entre la renta y el gasto interno: $Y - C - I = X - M$ (en este modelo se asume que no hay sector público).

En este modelo sencillo, el exceso de renta sobre el gasto equivale al ahorro. Por último, el superávit de la cuenta corriente equivale a la acumulación de activos extranjeros frente al exterior. Se supone pues que todo el ahorro se destina a la adquisición de activos del exterior.

$$a(w) = \frac{E_R}{i^*} \dot{B}^* \quad \text{donde } a(w) \text{ es el ahorro para una riqueza real determinada.}$$

Equilibrio en el corto plazo

Si se asume que el nivel de producción se encuentra en su nivel de pleno empleo, el equilibrio monetario podría expresarse del siguiente modo:

$$m = l(Y + E_R B^*) = l(E_R B^*)$$

Esta ecuación indica que un aumento real de los activos extranjeros ($E_R B^*$) incrementa la riqueza real y por tanto la demanda de dinero en términos reales, que dado el nivel de oferta nominal de dinero, para alcanzar de nuevo el equilibrio en el mercado de dinero debe producirse una disminución del nivel de precios.

El incremento de los activos extranjeros no sólo afecta al mercado de dinero a través de la demanda monetaria, sino que al provocar un aumento de la riqueza real se traduce en una mayor demanda agregada. En este caso, el equilibrio se restablecerá a través de una variación del tipo de cambio real que haga reducir el saldo de la balanza comercial para compensar el incremento del saldo de la balanza financiera. Por tanto, se producirá una apreciación real de la moneda (disminución de E_R) para alcanzar de nuevo el equilibrio en el mercado de bienes. La disminución del saldo comercial compensa precisamente el incremento inicial de los activos extranjeros.

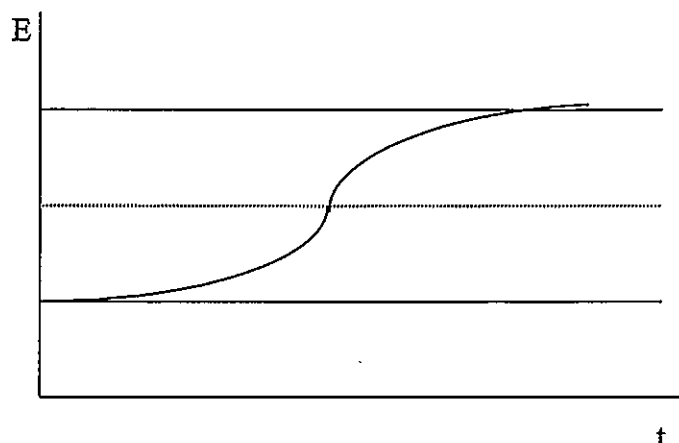
II.2.4. ZONAS OBJETIVO CON CREDIBILIDAD PERFECTA DE LAS BANDAS DE FLUCTUACIÓN

Estos modelos tienen su origen en un documento de trabajo publicado por Krugman (1991) en el que formalizaba la evolución del tipo de cambio en un sistema de zonas objetivo. Un sistema de zonas objetivo es un sistema mixto de tipos de cambio entre los sistemas de libre flotación y el de tipos de cambio fijos. El tipo de cambio puede flotar libremente, sin embargo existe un valor máximo de depreciación y de apreciación delimitado por las bandas de fluctuación. Cuando el tipo de cambio se acerca mucho a los límites, el Banco Central debe intervenir en el mercado alterando la oferta monetaria, de tal forma que cuando el tipo de cambio haya alcanzado su valor máximo de depreciación, el Banco Central tendrá que intervenir reduciendo la oferta monetaria, lo que provocará una apreciación instantánea de la moneda nacional. Por el contrario, cuando el tipo de cambio alcanza su valor máximo de apreciación (límite inferior), el Banco Central tendrá que aumentar el stock de dinero, lo que dará lugar a una depreciación instantánea del tipo de cambio.

La hipótesis respecto a la credibilidad de las bandas de fluctuación afecta a la volatilidad del tipo de cambio: dentro de las bandas, el tipo de cambio sigue un proceso estocástico (movimiento browniano), sin embargo, la volatilidad del mismo se reduce sustancialmente cuando éste se acerca a los límites de las bandas, debido a que las expectativas de los agentes están determinadas por la creencia del mantenimiento de las bandas, lo que implica que cuando el tipo de cambio se sitúa en su límite máximo, es decir, alcanza la máxima depreciación, los agentes económicos sólo pueden esperar que la moneda se aprecie por la intervención del Banco Central.

En términos gráficos, la consecuencia de este comportamiento es que la trayectoria seguida por el tipo de cambio dentro de las bandas de fluctuación tiene forma de S, representando así fuerte volatilidad en la parte central de las bandas y débil fluctuación en los límites. Ello implica que en un sistema de zonas objetivo las expectativas de los agentes sobre la evolución del tipo de cambio en el futuro se traducen en una mayor estabilidad del mismo.

Evolución del tipo de cambio en forma de S en una zona objetivo



El modelo desarrollado por Krugman parte del modelo monetario con flexibilidad perfecta de precios, obteniendo que el tipo de cambio se determina en función de sus fundamentos y de las hipótesis sobre la formación de expectativas respecto al tipo de cambio.

Precisamente, el aspecto más importante en la modelización del tipo de cambio a corto plazo dentro de una zona objetivo se centra en el proceso de formación de las expectativas. Si la autoridad monetaria de un país muestra su capacidad y determinación para defender las bandas de fluctuación, los agentes confiarán en que dichas bandas se vayan a mantener, contribuyendo así al mantenimiento del tipo de cambio dentro de los límites. Si por el contrario las bandas no fueran creíbles, cuando el tipo de cambio alcanzara su nivel máximo de depreciación, los agentes no preverían una apreciación del mismo, sino que por el contrario esperarían una depreciación aún mayor, lo que les llevaría a vender sus activos en moneda nacional para no incurrir en pérdidas mayores, provocando así una depreciación por encima de la que se hubiera producido en el caso de que no hubieran reaccionado vendiendo sus activos en moneda nacional.

Las ecuaciones de partida del modelo de Krugman (1991) se refieren al equilibrio de los mercados monetarios, interno y externo, a la paridad del poder adquisitivo en su versión absoluta y a la condición de la paridad no cubierta de intereses.

$$m_t - p_t = \phi y_t - \lambda i_t + \varepsilon_t$$

$$\phi, \phi^*, \lambda, \lambda^* > 0$$

$$m_t^* - p_t^* = \phi^* y_t^* - \lambda^* i_t^* + \varepsilon_t^*$$

$$e_t = p_t - p_t^*$$

$$i - i^* = \dot{e}_t$$

siendo ε y ε^* las perturbaciones aleatorias de las demandas de dinero interna y externa respectivamente.

A partir de estas ecuaciones, el tipo de cambio queda determinado por:

$$e_t = m_t - m_t^* - \phi y_t + \phi^* y_t^* + (\lambda - \lambda^*) i_t^* + \lambda \dot{e}_t - (\varepsilon_t - \varepsilon_t^*) \quad (1)$$

Denominando f_t a los fundamentos del tipo de cambio, definidos por la oferta monetaria y el nivel de producción interno y externo y el tipo de interés extranjero, resultaría que el tipo de cambio viene determinado por sus fundamentos más la depreciación esperada del tipo de cambio:

$$e_t = f_t + \lambda \dot{e}_t \quad (2)$$

Asimismo, los fundamentos se agrupan en dos componentes: la oferta monetaria interna (m) y un término que recoge los shocks de velocidad (v_t):

$$f_t = m_t + v_t \quad (3)$$

$$v_t = -m_t^* - \phi(y_t - y_t^*) - (\varepsilon_t - \varepsilon_t^*) \quad (4)$$

Se supone que la oferta monetaria es controlada por la autoridad monetaria, mientras que los shocks de velocidad (v_t) siguen un proceso estocástico exógeno. Por tanto, la única forma de controlar los fundamentos del tipo de cambio es a través del control de la oferta monetaria, ya que el resto de factores se consideran exógenos.

Asimismo, se supone que la intervención de la autoridad monetaria es muy pequeña: sólo interviene cuando el tipo de cambio se acerca a los límites de las bandas y

la alteración de la oferta monetaria para estabilizar el tipo de cambio es muy pequeña. La alteración de la oferta monetaria afecta al tipo de cambio a través de la condición de la paridad del poder adquisitivo, ya que las variaciones del stock de dinero afectan a los precios relativos y por tanto, dado que se asume flexibilidad perfecta de precios, al tipo de cambio.

Si se asume que el tipo de cambio está determinado por sus fundamentos, esto implicará que al establecer en una zona objetivo límites al tipo de cambio, se establecen también límites a los fundamentos del tipo de cambio. Los límites de los fundamentos vendrán determinados consecuentemente por la oferta de dinero. En función de lo predecibles que sean las variaciones de los fundamentos, se podrá estimar el valor del tipo de cambio. No obstante, si los fundamentos siguen un proceso estocástico browniano, el tipo de cambio también lo seguirá y por tanto resultará impredecible.

Los shocks de velocidad afectan en menor cuantía al tipo de cambio en una zona objetivo que en un sistema de tipos de cambio flexibles, esto es lo que denomina Krugman como efecto luna de miel.

No obstante, a pesar de que en una zona objetivo el tipo de cambio muestra menor volatilidad, el tipo de interés interno, muestra mayor volatilidad, ya que precisamente la volatilidad del tipo de cambio es controlada a través de alteraciones de la oferta monetaria.

El contraste empírico del modelo básico de zonas objetivas desarrollado por Krugman no ha tenido un gran éxito, dando lugar a nuevos desarrollos del modelo en el que se han relajado las hipótesis inicialmente planteadas por Krugman, fundamentalmente la hipótesis de credibilidad perfecta de las bandas, ya que la evidencia empírica muestra que son comunes realineamientos de la paridad central, sobre todo en el sentido de devaluaciones. Asimismo, también se ha considerado la posibilidad de intervenciones monetarias no sólo en los límites de las bandas sino también dentro de las mismas. Otras de las ampliaciones realizadas al modelo pionero de zonas objetivo ha sido la consideración de rigidez de precios a corto plazo, lo que implica no cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo en el corto plazo. Entre

estas ampliaciones destaca el modelo de Miller y Sélér (1991), partiendo del modelo de sobre-reacción del tipo de cambio de Dornbusch (1976), introduciendo shocks de inflación en el mismo.

II.2.5. EVIDENCIA EMPÍRICA

En la década de los ochenta, muchos autores han intentado contrastar empíricamente los diferentes modelos estructurales para la determinación del tipo de cambio. No obstante, los resultados obtenidos en la mayoría de los trabajos no han sido satisfactorios, ya que la capacidad predictiva de los modelos, tanto dentro como fuera de la muestra, además de ser reducida, ha estado condicionada a factores específicos como el período muestral elegido para la estimación, las divisas analizadas o la metodología empleada para su contrastación.

Así, aunque existen trabajos en los que se obtienen resultados que avalan empíricamente algunos de los modelos teóricos, la generalización de éstos a períodos más amplios o a otras divisas no ofrecen resultados robustos, obteniéndose, en muchos de los casos, signos incorrectos en las estimaciones, variables fundamentales no significativas o escaso poder explicativo.

No obstante, con el fin de no obviar la evidencia empírica encontrada para dichos modelos y, sin pretender realizar una revisión exhaustiva, destacan, entre los trabajos que han permitido validar el modelo monetario de precios flexibles, el realizado por Frenkel (1976), quien encuentra evidencia empírica para el tipo de cambio mensual marco/\$, durante el período de hiperinflación alemana de 1920-1923. Bilson (1978), obtiene también resultados favorables para el modelo monetario de precios flexibles, analizando, durante el período 1972-1976, datos mensuales del tipo de cambio marco/libra. Del mismo modo, Hodrick (1978) obtiene resultados positivos para los tipos de cambio del dólar frente al marco y la libra frente al dólar durante el período 1972-1975, y Putnam y Woodbury (1980) valida el modelo para el período 1972-1974 utilizando datos del tipo de cambio libra/dólar.

En el caso del modelo monetario de precios rígidos, los resultados empíricos que permiten avalar dicho modelo, son menores. En esta línea, Frankel (1979), analizando datos mensuales sobre el tipo de cambio marco/dólar durante el periodo 1974-1978, observa evidencia empírica para el modelo. Driskill (1981) encuentra soporte empírico para el modelo de Dornbusch, analizando datos del tipo de cambio franco suizo/\$. Barr (1989), así como Smith y Wickens (1990), estiman la versión ampliada del modelo de precios rígidos propuesta por Buitier y Miller (1981), obteniendo también resultados favorables.

Por su parte, las contrastaciones empíricas relativas a los modelos de equilibrio de cartera son inferiores a las aplicaciones de los modelos monetarios, debido, fundamentalmente, a la dificultad de obtención de datos sobre las variables explicativas. Asimismo, los resultados obtenidos en la contrastación de estos modelos son, en general, desfavorables, observándose frecuentemente coeficientes estimados no significativos, así como problemas de autocorrelación en los residuos (Branson, Halttunen y Masson 1977, Dooley e Isard 1982). No obstante, entre las aplicaciones que han encontrado evidencia empírica para estos modelos, merece especial atención, el trabajo de Lewis (1988), quien, descomponiendo los bonos extranjeros en función de la divisas en que están denominados, consigue resultados favorables analizando las divisas de cinco países (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Japón y Canadá).

Como ya se adelantaba anteriormente, la extensión de las aplicaciones a otros periodos, divisas, o incluso otras metodologías de estimación, no ofrece resultados afines. Así, autores como Dornbusch (1980), Hacche y Townend (1981), Edwards (1983), Meese y Rogoff (1983b), Frankel (1984), Backus (1984) y Leventakis (1987), tras revisar los principales enfoques para la determinación del tipo de cambio, así como su contrastación empírica, han señalado el fallo empírico generalizado de los mismos.

Más recientemente, Frankel y Rose (1995) realizan también una revisión de las diversas contrastaciones empíricas de los modelos teóricos basados en los fundamentos económicos, destacando de nuevo, la incapacidad de los mismos para la explicación de la dinámica del tipo de cambio, sobre todo en el corto plazo.

De todos ellos, merece una mención especial, por su amplia difusión en la literatura económica, el trabajo realizado por Meese y Rogoff (1983b), en el que contrastaban, para el tipo de cambio del dólar frente a tres divisas, la evidencia empírica de tres modelos teóricos y varios modelos de series temporales. La principal conclusión que obtienen es que, ninguno de los modelos contrastados, ni teóricos ni de series temporales, consiguen obtener mejores resultados, en términos del porcentaje de error cuadrático medio, error medio absoluto o error medio, que los derivados de un modelo simple de paseo aleatorio.

En concreto, los modelos teóricos analizados por Meese y Rogoff fueron el modelo monetario de precios flexibles de Frenkel (1976) y Bilson (1978), el modelo monetario de precios rígidos de Dornbusch (1976) y Frankel (1979) y el modelo monetario de precios rígidos incluyendo la balanza comercial propuesto por Hooper y Morton (1982). Los tipos de cambio analizados fueron la libra esterlina, el marco alemán y el yen japonés, todos ellos frente al dólar. Asimismo, contrastan el tipo de cambio de una cesta ponderada de monedas también frente al dólar, ponderadas en función de su relación real de intercambio. Los horizontes de predicción analizados por estos autores fueron, un mes, tres meses, seis meses y un año.

El modelo estructural completo, donde aparecen incluidas las tres especificaciones distintas, viene determinado por la siguiente expresión, donde todas las variables excepto el tipo de interés, están expresadas en logaritmos, siendo “ m ” la oferta nominal de dinero, “ y ” el nivel de producción real, “ i ” el tipo de interés a corto plazo, “ π^e ” la tasa de inflación esperada a largo plazo, “ TB ” el saldo de la balanza comercial y “ u ” una perturbación aleatoria. Siguiendo la nomenclatura mantenida a lo largo del texto, las variables con un asterisco están referidas al país externo:

$$e = a_0 + a_1(m - m^*) + a_2(y - y^*) + a_3(i - i^*) + a_4(\pi^e - \pi^{e*}) + a_5TB + a_6TB^* + u$$

En los tres modelos estimados, el parámetro a_1 es diferente de cero. En el modelo monetario de precios flexibles, los parámetros a_4 , a_5 y a_6 son nulos, en el modelo monetario de precios rígidos los parámetros iguales a cero son a_5 y a_6 , y

finalmente, en el modelo de precios rígidos con cuenta corriente todos los parámetros son distintos de cero.

Por su parte, los modelos de series temporales contrastados, fueron un modelo autorregresivo (AR) y un modelo con vector autoregresivo (VAR). Asimismo analizaban la capacidad predictiva del tipo de cambio a plazo o tipo forward. Para todos los modelos contrastados, tanto teóricos como univariantes, el cálculo de las diferentes medidas de error se realiza fuera de la muestra, utilizando como predicciones de las variables explicativas sus verdaderos valores, eliminado así los posibles errores derivados de una incorrecta predicción de las explicativas.

Sin embargo, a pesar de la ventaja que supone estimar el modelo utilizando información real respecto a las variables exógenas, en la mayor parte de los casos, con la excepción del marco alemán, los porcentajes de error cuadrático medio correspondientes a los distintos modelos resultaron mayores que el derivado de las predicciones de un paseo aleatorio.

Dado que Meese y Rogoff rechazan la hipótesis de que el tipo de cambio siga un paseo aleatorio, la justificación que ofrecen ante el fracaso predictivo de los distintos modelos, es que, dicho fallo se puede deber a errores derivados del periodo muestral escogido para la estimación, a una mala especificación de los modelos, ya sea por omisión de variables relevantes o inclusión de variables no adecuadas, a un error en la medición de las variables explicativas o a un comportamiento estocástico de los verdaderos parámetros. Sin embargo, tras contrastar cada una de estas posibilidades, no llegan a ninguna solución definitiva.

Finalmente señalan que la causa del fracaso predictivo de los modelos podría deberse a la posibilidad de que exista un comportamiento no lineal en la evolución del tipo de cambio e incluso la causa podría encontrarse en una inadecuada incorporación en el modelo de las expectativas de los agentes económicos.

Los resultados obtenidos por Meese y Rogoff han tenido una importante y, todavía hoy, veinte años después siguen considerándose válidos. Así, con motivo de

conmemorar el veinte aniversario de su trabajo, Cheung, Chinn y García (2002) analizan la bondad de las predicciones realizadas a partir de los modelos estructurales más utilizados durante la década de los noventa, comparando igualmente los resultados obtenidos con los derivados de un paseo aleatorio. En este caso, los modelos teóricos analizados fueron cuatro: el modelo monetario de precios rígidos de Dornbusch (1976) y Frankel (1979), un modelo basado en diferenciales de productividad, la paridad no cubierta de intereses y las predicciones derivadas de un modelo de equilibrio general para el tipo de cambio. La aportación principal de este trabajo, frente al pionero realizado por Meese y Rogoff (1983b), es que no sólo utilizan el criterio del error cuadrático medio para evaluar el mejor modelo, sino que incorporan un sencillo test basado en la proporción de aciertos en la dirección del movimiento del tipo de cambio y un tercero que analiza la consistencia de las predicciones, es decir, si las predicciones son coherentes con la evolución del tipo de cambio en el largo plazo.

La aplicación la realizan para cuatro tipos de cambio frente al dólar y el yen: el dólar canadiense, la libra esterlina, el marco alemán y el yen. Asimismo, estiman cada uno de los modelos considerando dos periodos muestrales distintos, aplicando un diferente tratamiento de los datos, en primeras diferencias e incluyendo un término de corrección de error.

Los cuatro modelos analizados se especifican a través de las siguientes expresiones, donde la primera ecuación representa el modelo monetario de precios fijos, la segunda estima el tipo de cambio introduciendo el diferencial de productividad, la tercera es el modelo de equilibrio general y la cuarta representa la condición de la paridad no cubierta de intereses:

$$e_t = \beta_0 + \beta_1(m_t - m_t^*) + \beta_2(y_t - y_t^*) + \beta_3(i_t - i_t^*) + \beta_4(\pi_t - \pi_t^*) + u_t \quad (1)$$

$$e_t = \beta_0 + \beta_1(m_t - m_t^*) + \beta_2(y_t - y_t^*) + \beta_3(i_t - i_t^*) + \beta_5(z_t - z_t^*) + u_t \quad (2)$$

$$e_t = \beta_0 + (p_t - p_t^*) + \beta_6(w_t - w_t^*) + \beta_7(r_t - r_t^*) + \beta_8(D - D_t^*) + \beta_9 tot + \beta_{10} nfa_t + u_t \quad (3)$$

$$e_{t+k} - e_t = i_t - i_t^* \quad (4)$$

Todas las variables, excepto el tipo de interés, están expresadas en logaritmos; “*m*” representa la oferta nominal de dinero, “*y*” el PIB real, “*i*” el tipo de interés, “*π*” la tasa de inflación, “*z*” el nivel de productividad, “*p*” el índice de precios al consumo, “*w*” el precio relativo de los productos no comercializables, “*r*” el tipo de interés real, “*D*” el ratio de deuda bruta sobre el PIB, “*tot*” la balanza comercial y “*nfa*” los activos extranjeros netos.

Las principales conclusiones extraídas por estos autores pueden resumirse en cuatro: i) en coherencia con Meese y Rogoff (1983b), observan que, en el corto plazo y atendiendo al criterio del error cuadrático medio, ninguno de los modelos teóricos analizados consigue obtener mejores resultados que los derivados de un paseo aleatorio; ii) en el largo plazo los modelos estructurales obtienen mejores resultados que los del paseo aleatorio, no obstante, la proporción de aciertos es menor de la que podría esperarse si las predicciones fueran aleatorias; iii) atendiendo a la dirección registrada en los movimientos del tipo de cambio, los modelos estructurales son mejores predictores que el simple paseo aleatorio, siendo el modelo monetario de precios fijos el que mejor resultados arroja; y iv) la bondad de las predicciones está relacionada con el periodo muestral considerado, así como con la divisa analizada.

Entre las conclusiones extraídas de este trabajo, cabe resaltar que confirman la hipótesis de que la paridad no cubierta de intereses se sostiene mejor en los horizontes largos que en el corto plazo. Del mismo modo, es en los horizontes de predicción más largos donde se incrementa aún más el acierto en la dirección del movimiento del tipo de cambio. Respecto al tratamiento de datos, no encuentran diferencias significativas en los resultados y, finalmente, en relación a la consistencia de las predicciones, son las derivadas del modelo monetario de precios rígidos donde se observa mayor utilidad del modelo. No obstante, a pesar de obtener, en líneas generales, mejores resultados para los modelos de Dornbusch (1976) y Frankel (1979), Cheung et al. (2002) señalan que la capacidad predictiva de éstos no es significativamente mejor que el resto como para poder concluir que dichos modelos presentan mayor capacidad predictiva.

Para concluir este breve repaso respecto a la evidencia empírica de los modelos teóricos basados en los fundamentos económicos, señalar, a modo de resumen, las tres

anomalías más importantes que han sido señaladas por la mayoría de economistas e investigadores, en relación a la utilización de dichos modelos para la determinación del tipo de cambio¹⁶:

- En primer lugar, se ha podido demostrar es que, desde el inicio de los sistemas de flotación libre, la volatilidad del tipo de cambio, tanto nominal como real, se ha incrementado sustancialmente frente a la variabilidad observada durante los periodos de sistemas de tipos de cambio fijos. Sin embargo, esta característica no se ha observado en la evolución de los respectivos fundamentos económicos, cuya tendencia ha sido muy similar en ambos periodos. Este hecho ha llevado a muchos investigadores a concluir que la volatilidad del tipo de cambio no está relacionada con la variabilidad de los fundamentos. Esta falta de relación entre la evolución de los fundamentos económicos y la del tipo de cambio, es lo que se ha denominado comúnmente como “problema de desalineación” (*misalignment problem*), o también, el “misterio de la desconexión” (*disconnect puzzle*, Obstfeld y Rogoff, 2000).
- En segundo lugar, la contrastación empírica de dichos modelos ha demostrado que, éstos presentan numerosos cambios de estructura, restringiendo, por tanto, la capacidad de dichos modelos para la predicción del tipo de cambio.
- Por último, los trabajos empíricos han demostrado que una parte muy importante de la variabilidad del tipo de cambio no está asociada con la nueva información sobre los fundamentos económicos, demostrándose que cambios no anticipados en los fundamentos consiguen explicar tan sólo una pequeña parte de las variaciones no anticipadas en el tipo de cambio.

¹⁶ De Grauwe y Vansteenkiste (2001).

CAPITULO III

NUEVOS ENFOQUES EXPLICATIVOS: EXPECTATIVAS HETEROGENEAS EN LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO

INTRODUCCIÓN

Como se ha mostrado en el último apartado del Capítulo II, la evidencia empírica de los modelos teóricos desarrollados durante la década de los 70 y 80 para explicar la evolución del tipo de cambio, -modelos monetarios y modelos de equilibrio de cartera-, ha sido escasa, y los resultados, cuando han sido favorables, se deben a factores muy específicos como las divisas estudiadas, los periodos muestrales analizados, las técnicas econométricas empleadas, etcétera.

Esta situación ha llevado a que economistas e investigadores continúen buscando explicaciones que permitan esclarecer las causas que originan la fuerte volatilidad del tipo de cambio a corto plazo y el denominado problema de desalineación (*the misalignment problem*), es decir, su desajuste respecto a la evolución de los fundamentos económicos. Muchos autores han señalado que, este fallo empírico viene motivado por la presencia de no linealidades en la dinámica del tipo de cambio, que no pueden ser recogidas por los modelos teóricos tradicionales basados en relaciones lineales entre el tipo de cambio y sus fundamentos.

En busca del origen de estas no linealidades, un importante número de investigadores, han centrado su atención en el estudio de la propia estructura del mercado de divisas, dando lugar a un nuevo enfoque que se ha denominado en la literatura económica como *microestructura del mercado de divisas*. Tal y como lo define Taylor (2002), el estudio de la microestructura del mercado de divisas es un intento, por parte de economistas e investigadores, de comprender los mecanismos generadores de las desviaciones del tipo de cambio respecto de sus fundamentos económicos.

Este enfoque se centra en aspectos tales como la transmisión de información entre los agentes participantes en el mercado de divisas, el comportamiento de dichos agentes, la importancia de los flujos de órdenes de compraventa (*order flows*), y la heterogeneidad de las expectativas de los distintos agentes económicos participantes en

el mercado. Si bien el enfoque de la microestructura del mercado de divisas es muy novedoso y, por tanto, su potencial para futuras investigaciones es todavía muy amplio, ya ha causado gran interés entre los economistas y en la actualidad existe una amplia literatura al respecto.

El origen de estas no linealidades se ha centrado, fundamentalmente, en asumir la participación en el mercado de diversidad de agentes económicos que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio de forma heterogénea, así como debido a la existencia de costes de transacción que limitan los beneficios potenciales derivados del arbitraje.

De estas fuentes de no linealidad, la más importante se deriva precisamente de asumir la hipótesis de que en el mercado participan diversidad de agentes económicos que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio de forma heterogénea. En importancia, la segunda fuente de no linealidad señalada por muchos autores, -Taylor y Peel (2000), De Grauwe y Vansteenkiste (2001), De Grauwe y Grimaldi (2002, 2003), Jeanne y Rose (1999, 2002), Bauer y Herz (2002, 2003)-, es asumir la existencia de costes de transacción que limitan los beneficios potenciales del arbitraje; no obstante, este segundo factor de no linealidad suele tenerse en cuenta junto con la hipótesis de heterogeneidad de agentes, afectando únicamente a un conjunto específico del total de agentes económicos.

Por este motivo, el presente Capítulo tiene como finalidad estudiar los modelos, tanto teóricos como empíricos, dedicados a la existencia de heterogeneidad de expectativas, o lo que es lo mismo, heterogeneidad de agentes que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio utilizando diferente tipo de información.

En este sentido, y dentro del enfoque de microestructura del mercado de divisas, es donde pretende encuadrarse el presente trabajo, utilizando como premisa de partida el amplio consenso existente, entre economistas e investigadores, respecto a existencia de no linealidades en la evolución del tipo de cambio motivadas por la heterogeneidad de información que utilizan los agentes económicos, además de la variedad de modelos explicativos utilizados por los mismos y la diversidad de comportamientos ante los

cambios producidos en el mercado. Todo ello se traduce en que los agentes económicos tengan expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio futuro.

Así, la interacción en el mercado de agentes económicos cuyas características son diferentes, provoca movimientos erráticos del tipo de cambio que hacen que su evolución no sea coherente con la evolución de los fundamentos macroeconómicos que, en principio, deberían determinar su comportamiento.

Esto ha dado lugar a la especificación de modelos económicos que pretenden incluir, de alguna manera, la heterogeneidad de expectativas, desarrollándose así modelos para determinar el tipo de cambio futuro que, o bien estiman el tipo de cambio a partir de clasificaciones diversas de los agentes económicos, o bien realizan una combinación de varios modelos teóricos, o también, planteamientos en los que se combinan simultáneamente varios modelos con diversidad de agentes económicos.

Entre los modelos que clasifican a los agentes económicos en función del tipo de información que utilizan, destacan los denominados modelos de chartistas y fundamentalistas, -Frankel y Froot (1986, 1990), Allen y Taylor (1990, 1992), Pilbeam (1995), Levin (1997), Menkhoff (1997), Vigfusson (1997), Lui y Mole (1998), Cheung y Chinn (1999b, 2001), Oberlechner (2001) y De Grauwe y Grimaldi (2002a, 2002b)-. No obstante, esta distinción entre chartistas y fundamentalistas no ha sido el único procedimiento para introducir la heterogeneidad de expectativas en la determinación del tipo de cambio. Así, muy similar a la distinción chartistas-fundamentalistas, Menkhoff (1998), Jeanne y Rose (1999, 2002), Kilian y Taylor (2001) y Bauer y Herz (2002, 2003), entre otros, clasifican a los agentes en “noise traders” o agentes con información incompleta y por tanto, no racionales, y “agentes racionales”; otros autores, como Rzepkowski (2001) realizan clasificaciones de los agentes económicos en función del nivel de optimismo por parte de los agentes, así como por el grado de seguridad que exigen a sus decisiones de inversión; y autores como Pilbeam (2001), Bénassy-Quéré et al. (1999, 2002), Marey (2000) y Schroder y Dornau (2002) analizan diversidad de modelos teóricos con el fin de contrastar el esquema de expectativas utilizadas por los agentes económicos para determinar el tipo de cambio.

Finalmente, autores como Evans y Lyons (1999), Evans (1999), Rime (2001), Froot y Ramadorai (2002) y Bacchetta y Wincoop (2003), han explicado que la causa de que existan expectativas heterogéneas en el mercado de divisas, se debe a que no toda la información es de carácter público, existiendo un conjunto de agentes económicos que tienen acceso a información privada, permitiéndoles conocer mejor el comportamiento del tipo de cambio. Así, estos autores, han tratado de modelizar la evolución del tipo de cambio, a muy corto plazo, en función de información no sólo de carácter público, sino también incorporando variables que permitan medir la existencia de información privilegiada. Por ello, la variable explicativa elegida, ha sido, el saldo entre las órdenes de compra y venta de divisas, lo que ha sido denominado en la literatura como “flujos de órdenes” (*order flows*). Estos autores asumen que, cuando existe un saldo neto de órdenes de compra positivo de una divisa, es porque hay agentes económicos que tienen información privada favorable respecto al valor futuro de dicha divisa, provocando finalmente que el saldo entre las compras y ventas de la divisa sea positivo y apreciándose así la moneda.

Como consecuencia de las características anteriormente expuestas en relación a la existencia de expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio, el presente Capítulo se ha estructurado en tres apartados: el primero de ellos recopila algunos de los trabajos más destacados cuyo objetivo ha sido demostrar, empíricamente, la existencia de no linealidades en la evolución del tipo de cambio, con el fin de justificar el desarrollo de modelos no lineales para la determinación del tipo de cambio; el segundo apartado recoge aquellos trabajos cuyo objetivo ha sido contrastar, empíricamente, la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos, analizando sus respectivas predicciones del tipo de cambio a través de la búsqueda de efectos diferenciales entre los individuos; y, por último, el tercer apartado profundiza en aquellos planteamientos, tanto teóricos como empíricos, respecto a la existencia de diversidad de agentes económicos, poniendo especial énfasis en aquellos que diferencian entre agentes chartistas y fundamentalistas, así como el planteamiento similar que diferencia entre *noise traders* o agentes con información incompleta y agentes racionales; en este subapartado se incluyen, además, aquellos trabajos que clasifican diferenciadamente a los agentes en función de su grado de optimismo/pesimismo y en función del esquema de expectativas que utilizan

(adaptativas, regresivas, efectos de arrastre, etc). Este tercer apartado finaliza con un subapartado dedicado a los trabajos que han utilizado los flujos de órdenes como variable explicativa en la evolución del tipo de cambio a corto plazo.

III.1. NO LINEALIDAD DEL TIPO DE CAMBIO: EVIDENCIA EMPÍRICA

Las anomalías ya señaladas en el Capítulo anterior, relativas a los contrastes empíricos del tipo de cambio a partir de modelos basados en relaciones lineales de los fundamentos económicos -el problema de la desconexión o desalineación entre los tipos de cambio y sus fundamentos, frecuentes cambios de estructura y, escaso poder explicativo de los fundamentos económicos en la variabilidad del tipo de cambio a corto plazo- han llevado a muchos autores a introducir no linealidades en los modelos, con el fin de obtener mejores resultados sobre el conocimiento de la dinámica del tipo de cambio.

Como ya introducíamos anteriormente, entre los motivos más comúnmente citados como origen de estas no linealidades, se encuentra la asunción de heterogeneidad de expectativas entre los agentes económicos, así como la existencia de costes de transacción.

Con el fin de ofrecer un marco empírico adecuado que sostenga la idoneidad de plantear modelos no lineales para la estimación del tipo de cambio, el presente apartado se ha dedicado a presentar algunos de los trabajos empíricos que ofrecen evidencia en relación a la presencia de no linealidades en la dinámica del tipo de cambio frente a sus fundamentos económicos.

Así, hay que destacar los trabajos de Bleaney y Mizen (1996a,1996b), Michael et al. (1997a,1997b), Pippenger y Geppert (1997), Obstfeld y Taylor (1997), O'Connell (1998), Pippenger y Goering (1998) y Taylor y Peel (1998).

Más recientemente y utilizando datos trimestrales¹⁷ sobre el tipo de cambio del marco y la libra frente al dólar, Taylor y Peel (2000) contrastan la posible no linealidad existente en la dinámica del tipo de cambio, frente a la evolución marcada por sus fundamentos. Con este fin, analizan el comportamiento de las desviaciones del tipo de cambio respecto a su valor de equilibrio determinado por el modelo monetario $\bar{e}_t = e_t + (m_t - m_t^*) - (y_t - y_t^*)$, siendo m_t y y_t la oferta monetaria y la renta real respectivamente.

La metodología empleada por estos autores consiste en estimar el comportamiento del tipo de cambio de equilibrio (\bar{e}_t) a partir de un modelo autorregresivo de transición suave exponencial¹⁸ (modelo ESTAR). Siguiendo esta metodología, encuentran evidencia significativa de no linealidad en las desviaciones del tipo de cambio frente a su valor fundamental. Asimismo, observan que, cuanto mayor es la desviación del tipo de cambio respecto de su valor fundamental, mayor es la velocidad de ajuste del tipo de cambio hacia el valor de equilibrio.

Estos resultados son coherentes con los obtenidos previamente por Michael, Nobay y Peel (1997), quienes, analizando datos mensuales y anuales correspondientes al periodo 1921-1925¹⁹, analizan las desviaciones entre los tipos de cambio de la libra, el marco y el franco frente al dólar, y el tipo de cambio determinado por la paridad del poder adquisitivo. Para ello estiman un modelo autorregresivo no lineal, frente a un modelo ESTAR, rechazando la hipótesis de linealidad. Asimismo, al igual que Taylor y Peel (2000), observan que cuanto mayor es la desviación del tipo de cambio respecto al valor determinado por la PPA, mayor es la velocidad de ajuste del tipo de cambio hacia su valor medio de equilibrio. La explicación que ofrecen estos autores a la no linealidad del tipo de cambio se encuentra en la existencia de costes de transacción.

¹⁷ El periodo analizado por estos autores es 1973.I-1996.IV

¹⁸ Los modelos STAR (smooth threshold autoregressive) son modelos autoregresivos no lineales, que asumen que el proceso generador de la serie oscila de forma suave entre dos estados extremos, los cuales son determinados a partir de una función de transición, que a su vez viene determinada por la variable endógena retardada p periodos, y cuyo valor oscila entre 0 y 1.

$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + (b_0 + b_1 y_{t-1}) F(y_{t-p}) + \varepsilon_t$, donde en el caso de un STAR exponencial $F(y_{t-p}) = 1 - \exp[-\gamma(y_{t-p} - c)^2]$ y γ es un parámetro positivo que mide la velocidad de transición un estado a otro.

¹⁹ Los datos correspondientes a Alemania abarcan hasta 1923.

De Grauwe y Vansteenkiste (2001) utilizan un modelo basado en procesos de Markov con saltos de régimen, con el fin de analizar la naturaleza de la relación existente entre las variaciones del tipo de cambio y la nueva información relativa a los fundamentos económicos, ofreciendo resultados comparativos para países²⁰ con estabilidad de precios y países con altas tasas de inflación.

El objetivo perseguido por estos autores es analizar el efecto, sobre el tipo de cambio, de los fundamentos económicos, analizando para ello la relación individual entre cada uno de los fundamentos y el tipo de cambio así como de forma conjunta. De este modo, las ecuaciones estimadas, para cada uno de los países analizados, se pueden resumir en las dos siguientes expresiones:

$$\Delta e_t = \alpha_{s_t} + \beta_{s_t} \Delta f_t + u_t$$

$$\Delta e_t = \alpha_{s_t} + \beta_{s_t} \Delta f_t^m + \gamma_{s_t} \Delta f_t^\pi + \delta_{s_t} \Delta f_t^i + u_t$$

$$; \Delta f_t = \frac{f_t - f_{t-12}}{f_{t-12}} - \frac{f_t^* - f_{t-12}^*}{f_{t-12}^*}$$

donde u es una perturbación aleatoria con media nula y varianza constante, Δe_t representa la variación anual del tipo de cambio en el mes t , y Δf_t representa la variación relativa anual de los fundamentos en el país doméstico frente a Estados Unidos. El subíndice s_t de los parámetros, representa una variable estocástica no observable, que determina el estado del proceso en cada momento, pudiendo tomar éste dos únicos valores. El proceso estocástico que define el valor de dicha variable, viene determinado por una cadena de Markov en la que se asume que el valor de s_t depende tanto del tipo de cambio, como del estado de la variable en el mes anterior. El objetivo perseguido con este planteamiento es observar si efectivamente se producen cambios frecuentes en los estados de los parámetros, lo que indicaría la existencia de parámetros cambiantes en el modelo y, consecuentemente, la idoneidad de un modelo no lineal para determinar la trayectoria del tipo de cambio.

²⁰ Países con estabilidad de precios: Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, Japón y Estados Unidos; Países de inflación elevada: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y Ecuador.

Concretamente, en el análisis univariante de los fundamentos económicos, las variables analizadas fueron la tasa de inflación, la oferta monetaria, tipos de interés a corto y largo plazo, la producción industrial y la balanza comercial, siendo estas dos últimas variables analizadas solamente para el conjunto de países de inflación baja. El análisis multivariante recoge el efecto de las ofertas monetarias relativas, diferencial de tasas de inflación y de tipos de interés sobre el tipo de cambio.

La hipótesis nula contrastada²¹ por estos autores es que se produzcan cambios en el estado en los parámetros, tanto para el término independiente, como en los parámetros de las variables explicativas.

Los resultados obtenidos por De Grauwe y Vansteenkiste (2001) muestran que, entre los países de baja inflación, los parámetros de las variables explicativas, así como el término independiente, cambian frecuentemente de un estado a otro, observándose además que la significatividad o no significatividad de las variables explicativas se produce indistintamente en ambos estados. En los países con altas tasas de inflación, también se producen cambios en el estado de los parámetros, pero en este caso, los cambios sólo afectan al término independiente, mientras que los parámetros de las variables explicativas permanecen relativamente estables, resultando además siempre significativos.

La implicación directa de estos resultados es que, mientras que los modelos teóricos basados en relaciones lineales de los fundamentos económicos, sí pueden ser útiles para predecir la trayectoria del tipo de cambio en países que registran altas tasas de inflación, no resultan adecuados para aquellos países que muestran estabilidad de precios, ya que en estos últimos, los parámetros que afectan a las variables explicativas son muy inestables.

Así, estos autores concluyen que la causa que origina la inestabilidad demostrada entre los fundamentos económicos y el tipo de cambio es que el tipo de cambio se caracteriza por presentar un comportamiento no lineal. Por tanto, los modelos teóricos basados en relaciones lineales entre el tipo de cambio y los fundamentos

²¹ Para ello utilizan el contraste de Wald.

económicos no son adecuados para predecir la dinámica del tipo de cambio, si bien sí pueden ser válidos en países con alta inestabilidad de precios.

En concreto, De Grauwe y Vansteenkiste plantean dos aspectos que pueden ser el origen de la no linealidad presentada por el tipo de cambio: 1) la existencia de costes de transacción, limitando así los beneficios potenciales derivados del arbitraje, y 2) la existencia de diversidad de agentes económicos con expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio de equilibrio.

Por su parte, Frydman y Goldberg (2001) utilizan datos mensuales del tipo de cambio marco/dólar, con el fin de analizar la importancia de los fundamentos económicos sobre su evolución a corto plazo, durante el periodo 1973-1998²². Los resultados obtenidos por estos autores evidencian que la relación entre los fundamentos macroeconómicos y el tipo de cambio no es estable. En concreto, durante el periodo analizado, observan que se producen siete cambios de estructura que les permite identificar cuatro subperiodos diferentes. Adicionalmente, sólo en dos de los cuatro subperiodos, se observa una relación evidente entre los fundamentos y el tipo de cambio, sin embargo, de nuevo la relación no resulta estable, ya que las variables macroeconómicas que resultan significativas en ambos periodos no son las mismas.

Como conclusión general en relación a la no linealidad del tipo de cambio, se observa que la relación existente entre el tipo de cambio y sus fundamentos económicos no es estable en el tiempo, siendo aconsejable la especificación de modelos no lineales para la explicación del tipo de cambio (Modelos de Markov con saltos de régimen, Modelos autorregresivos de transición suave, Modelos de umbral, etc.).

En concreto, cuanto mayor es la desviación observada entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, mayor es la velocidad de ajuste del tipo de cambio hacia el equilibrio. No obstante, cuando la variabilidad de los fundamentos económicos es elevada, el tipo de cambio se ajusta mejor a la evolución de sus fundamentos. Asimismo, las no linealidades registradas en el tipo de cambio resultan más intensas en

²² El periodo analizado exactamente fue Marzo 1973 a Diciembre de 1998.

los países con estabilidad de precios, mientras que en los países con altas tasas de inflación no se observan dichas no linealidades.

Dado que la principal fuente de no linealidad en la dinámica del tipo de cambio se deriva de la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes participantes, el siguiente apartado se dedica a estudiar aquellos trabajos que han contrastado la existencia de expectativas heterogéneas en el mercado cambiario.

III.2. EVIDENCIA EMPÍRICA RESPECTO A LA EXISTENCIA DE EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS

Entre las causas que motivan los poco favorables resultados empíricos de los modelos teóricos para la determinación del tipo de cambio, se encuentran la mala incorporación a los modelos de la política fiscal, la existencia de procesos especulativos irracionales, la problemática derivada de la distinción entre los shocks anticipados y los no anticipados, la inestabilidad de las funciones de demanda monetarias, el efecto derivado de alteraciones en la economía real, los efectos de la desregulación financiera y, fundamentalmente, los fallos en la formulación de las expectativas respecto al tipo de cambio. Como se mostró en el Capítulo II, la mayor parte de las teorías modernas están desarrolladas bajo la hipótesis de que los agentes se comportan racionalmente. Sin embargo, existe una amplia literatura empírica en la que se rechaza la hipótesis de racionalidad en el comportamiento de los agentes económicos como consecuencia de la existencia de asimetrías en la información disponible, la diferente aversión al riesgo por parte de los agentes, los países cuyo tipo de cambio se está analizando (la tendencia al pánico es mucho mayor en una economía emergente que en un país desarrollado), etcétera.

En este sentido, en la última década ha proliferado el número de estudios que pretenden evidenciar la existencia de diversidad de agentes económicos que dan lugar, consecuentemente, a expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio.

Entre los trabajos que pretenden contrastar la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes, destaca el realizado por Ito (1990) a partir de las predicciones a corto plazo²³ del tipo de cambio yen/dólar realizadas por un conjunto de 44 instituciones expertas en tipos de cambio. Ito analiza las predicciones de las diferentes instituciones durante un periodo de dos años comparando las previsiones individuales de cada agente respecto a la media total, detectando la existencia de efectos diferenciales en sus predicciones e implicando por tanto que los agentes participantes en el mercado son heterogéneos. No obstante, Ito señala que el consenso entre las instituciones respecto a la variación esperada del tipo de cambio (apreciación/depreciación) es mayor en las predicciones a más corto plazo (un mes), que en las predicciones a tres y seis meses.

La segunda conclusión fundamental, obtenida por este autor, es que no puede aceptarse la hipótesis de expectativas racionales, ya que si los agentes tuvieran información completa y consecuentemente actuaran racionalmente, los errores de predicción observados deberían distribuirse aleatoriamente y no estar correlacionados con ningún tipo de información disponible en el momento de realizarse la predicción. Sin embargo, los resultados de Ito evidencian que existe correlación entre los errores de predicción y la prima de riesgo, así como entre los errores de predicción ya pasados y la variación del tipo de cambio registrada en el último periodo. La explicación que ofrece Ito a esta falta de racionalidad, es que, si bien los agentes utilizan la información disponible de forma “racional”, el proceso de aprendizaje de dichos agentes es lento, provocando por tanto predicciones sesgadas y autocorrelacionadas.

Utilizando el mismo test propuesto por Ito, Macdonald y Marsh (1996) analizan las previsiones, a tres y doce meses, de tres divisas frente al dólar, a partir de un panel de previsiones recogidas en el informe sobre expectativas de tipos de cambio de Consensus Economics²⁴. Cada uno de los panelistas incluidos realizó, durante 36 meses consecutivos²⁵, predicciones para los dos horizontes contemplados y para cada una de las tres divisas analizadas (marco, libra y yen).

²³ Uno, tres y seis meses.

²⁴ El título completo de la publicación es “Foreign Exchange Consensus Forecast”.

²⁵ Las predicciones fueron realizadas desde octubre de 1989 hasta septiembre de 1992.

Siguiendo la metodología de Ito, el contraste utilizado se basa en la comparación de las predicciones individuales de cada agente respecto a las medias grupales, con el fin de encontrar diferencias significativas entre ambos que pudieran inducir a aceptar la hipótesis de que existen efectos diferenciales en las predicciones individuales de los agentes económicos, o lo que es lo mismo, que las expectativas de los agentes respecto al tipo de cambio son heterogéneas.

Al igual que Ito, estos autores asumen que cada predicción del tipo de cambio realizada por cada agente “j” en el momento “t” para el periodo “t+k” ($e_{t+k}^{e,j}$), está formada por un componente común al resto de agentes económicos (X_t), el cual está relacionado con la información disponible en el mercado, más un efecto diferenciador (g^j), propio del agente económico j, incluyendo asimismo un error de predicción que se distribuye aleatoriamente. Por tanto:

$$e_{t+k}^{e,j} = X_t + g^j + u_t^j$$

Del mismo modo, la media de las predicciones $e_{t+k}^{e,A}$ queda definida por la expresión $e_{t+k}^{e,A} = X_t + g^A + u_t^A$.

Normalizando $g^A = 0$, la desviación de la predicción realizada por el agente “j” respecto a la media del grupo sería:

$$e_{t+k}^{e,j} - e_{t+k}^{e,A} = g^j + (u_t^j - u_t^A)$$

Por tanto, la estimación por regresión simple de la diferencia entre las predicciones individuales y la media total en función de un término constante, daría como resultado la media de dicha diferencia, y por tanto, si el término constante estimado resulta distinto de cero implicaría que $g^j \neq 0$, o lo que es lo mismo, significará que existen efectos diferenciales en las predicciones individuales realizadas por cada agente económico.

Asimismo, completando la propuesta realizada por Ito (1990) y con el fin de introducir la diferente importancia que dan los agentes económicos a la información disponible, Macdonald y Marsh plantean una propuesta alternativa en la que la previsión del tipo de cambio realizada por el agente j en el momento t , viene determinada por un factor común a todos los agentes económicos (X_t'), el premio o descuento (fp) ponderada a través de la importancia relativa que da cada agente a esta variable en sus predicciones del tipo de cambio (β), un efecto diferencial propio de cada agente y una perturbación aleatoria:

$$e_{t+k}^{e,j} = X_t' + g_j' + \beta_j fp_t + u_t^j$$

Del mismo modo podría definirse la predicción media $e_{t+k}^{e,A}$ y al igual que en el caso anterior calcular las desviaciones de cada predicción individual respecto a la media del grupo, obteniéndose la siguiente expresión:

$$e_{t+k}^{e,j} - e_{t+k}^{e,A} = g_j' + (\beta_j - \beta_A) fp_t + (u_t^j - u_t^A)$$

A partir de esta ecuación, Macdonald y Marsh estiman simultáneamente la existencia de efectos diferenciales entre los agentes, así como la diferente utilización de la información disponible por parte de los mismos, concluyendo, para los dos horizontes de predicción analizados, la existencia de expectativas heterogéneas en las previsiones respecto al tipo de cambio. Justifican además, que las diferencias en las estimaciones no se deben a la existencia de asimetrías en la información, sino a la utilización de diferentes modelos en sus respectivas predicciones, así como a la diferente interpretación de las variables fundamentales del tipo de cambio.

Asimismo, analizan la bondad de las predicciones realizadas por los diversos agentes incluidos en el panel, encontrando que en las predicciones a corto plazo (tres meses), un reducido conjunto de agentes realiza previsiones mejores que las derivadas del paseo aleatorio, mientras que en las previsiones a más largo plazo (doce meses), la

mayoría de las previsiones incurren en menores errores de predicción que los derivados del paseo aleatorio.

Finalmente, estos autores, proponen algunas soluciones en materia de política cambiaria de cara a reducir la volatilidad del tipo de cambio: si la autoridad económica opta por un sistema de tipos de cambio flexibles, Macdonald y Marsh señalan la necesidad de una política clara y sin ambigüedades respecto a la evolución de los tipos de interés, con el fin de no dar lugar a interpretaciones diferentes por parte del mercado. No obstante, la solución que consideran más deseable, es el establecimiento de un tipo de cambio fijo, ya que si la evolución errática del tipo de cambio a corto plazo se debe a la participación en el mercado de agentes que utilizan otro tipo de información distinta de los fundamentos económicos, provocando que la varianza del tipo de cambio incorpore un componente basado en factores no fundamentales, lo que atrae una mayor participación de estos agentes por los beneficios potenciales derivados de la variabilidad del tipo de cambio, el establecimiento de una paridad impediría que la variación del tipo de cambio incorporase aspectos no fundamentales dando lugar así a la desaparición del mercado de este tipo de agentes y por tanto rompiendo las presiones especulativas sobre el precio de la divisa.

Actualizando y ampliando²⁶ la información ya utilizada por Ito en 1990, Elliott e Ito (1999) contrastan de nuevo la heterogeneidad de las expectativas de los agentes respecto al tipo de cambio, incorporando adicionalmente un nuevo test con el fin de evaluar la eficiencia del mercado de futuros en la cotización del yen respecto al dólar.

En el primer caso, el contraste de la heterogeneidad de expectativas se realiza a partir de la búsqueda de efectos diferenciales en las predicciones individuales de cada agente, comparando de nuevo las predicciones individuales con la media prevista por el total de panelistas. La conclusión obtenida es que, independientemente del horizonte de predicción contemplado, existen diferencias significativas entre las predicciones individuales de los agentes. Asimismo, analizan la bondad de las predicciones realizadas por los distintos agentes, comparando el ratio del error cuadrático medio

²⁶ Los 44 panelistas realizaron mensualmente predicciones del tipo de cambio yen/ dólar para tres horizontes de predicción: uno, tres y seis meses. Las predicciones fueron realizadas durante el periodo mayo 1985 – mayo 1996.

obtenido en cada previsión respecto al error cuadrático medio derivado de un paseo aleatorio, obteniendo como resultado, al igual que Meese y Rogoff (1983b), que en la mayoría de los casos, las previsiones individuales son peores que las derivadas del paseo aleatorio.

En segundo lugar, para contrastar la eficiencia del mercado de futuros, plantean un test basado en el análisis de los beneficios potenciales que podrían obtener los agentes económicos si utilizaran como indicador de posibles futuras ganancias la diferencia entre sus previsiones respecto al tipo de cambio para el periodo $t+k$ y el tipo de cambio a plazo con vencimiento en ese mismo periodo.

Así, la eficiencia del mercado de divisas a plazo se contrasta estimando la variación del tipo de cambio observada en función de la diferencia entre el tipo de cambio y el tipo de cambio a plazo, siendo la hipótesis nula que el término constante sea nulo y el parámetro γ igual a la unidad, lo que implicaría que el tipo de cambio a plazo sería un buen estimador de la variación del tipo de cambio:

$$e_{t+k} - e_t = \gamma_0 + \gamma(f_t^{t+k} - e_t) + u_t$$

En este caso, la conclusión extraída por estos autores es que las posibles ganancias derivadas del conjunto heterogéneo de previsiones son muy variables, implicando por tanto la existencia de un alto riesgo y rechazando así la hipótesis de eficiencia del mercado de futuros.

III.3. MODELOS QUE CLASIFICAN A LOS AGENTES ECONÓMICOS

III.3.1. Chartistas y fundamentalistas

Una de las principales explicaciones a la presencia de expectativas heterogéneas entre los agentes participantes en el mercado de divisas, es la existencia en dicho mercado de distintos tipos de agentes, los cuales utilizan información diferente para analizar la evolución del tipo de cambio y por tanto para predecir el tipo de cambio futuro, dando lugar así a expectativas heterogéneas. De todas las clasificaciones, la más extendida, es aquella que diferencia a los agentes económicos en “fundamentalistas” y “chartistas”.

Los autores que defienden esta línea de pensamiento definen a los agentes *fundamentalistas* como aquellos que predicen el tipo de cambio en función de las predicciones derivadas de alguno de los modelos económicos para la determinación del tipo de cambio, mientras que, por el contrario, los *chartistas* son agentes que forman sus expectativas del tipo de cambio futuro a través de su evolución en el pasado, buscando reglas de comportamiento que puedan repetirse en el futuro.

En este caso, la hipótesis de expectativas racionales no puede ser sostenida, ya que dicha hipótesis implica la utilización de información completa por parte de los agentes y tanto los fundamentalistas como los chartistas utilizan información parcial. No obstante, ninguno de los agentes económicos actúa de forma completamente no racional, ya que su intervención en el mercado viene determinada por las previsiones derivadas de sus respectivos modelos. Es decir, los fundamentalistas utilizan un modelo teórico para estimar el tipo de cambio porque piensan que la evolución del precio de una divisa viene determinada por sus fundamentos económicos; los chartistas, por el contrario, utilizan el análisis de series temporales para estimar el tipo de cambio, porque piensan que en su evolución existen pautas de comportamiento específicas que se repiten a lo largo del tiempo.

Como consecuencia del diferente tipo de información utilizada por ambos tipos de agentes, modelos teóricos en un caso y comportamiento pasado en otro, el valor

estimado del tipo de cambio por parte de cada uno de estos agentes será diferente, dando lugar por tanto a comportamientos distintos. La interacción en el mercado de este conjunto heterogéneo de agentes da lugar a que la evolución del tipo de cambio sea muy volátil en el corto plazo, ya que continuamente intervienen en el mercado una gran diversidad de agentes que presionan sobre el tipo de cambio en distintas direcciones según sean sus expectativas.

Así, la variación esperada del tipo de cambio será una media ponderada de las predicciones realizadas por los agentes fundamentalistas y por los agentes chartistas. Por su parte, las respectivas predicciones realizadas por los agentes fundamentalistas y chartistas, se definirán, de forma genérica, siguiendo un esquema regresivo en el caso de los agentes fundamentalistas, y a partir de los valores retardados del tipo de cambio en el caso de los agentes chartistas.

No obstante, al denominar fundamentalistas a un conjunto de agentes económicos que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio siguiendo un modelo económico concreto, se está agrupando en realidad a un conjunto diverso de agentes, ya que realizan sus predicciones del tipo de cambio aplicando diferentes modelos estructurales. El poder unirles a todos en un mismo grupo se debe a que, aunque cada uno realice una predicción distinta del tipo de cambio, el hecho de utilizar las variables económicas directamente relacionadas con el tipo de cambio para predecir su valor, hace que las distintas predicciones, independientemente del modelo teórico utilizado, se sitúen en torno al verdadero valor de equilibrio del tipo de cambio²⁷, siguiendo dichas predicciones una distribución normal. Esto da lugar a que cuando el tipo de cambio es igual a su verdadero valor de equilibrio, la mitad de los agentes fundamentalistas creerá que el tipo de cambio se encuentra por debajo de su valor de equilibrio y la otra mitad, por el contrario, creerá que está por encima (Gámez y Torres, 1996). En este caso, y suponiendo que todos los agentes fundamentalistas tienen la misma aversión al riesgo, la mitad de ellos querrán comprar divisas y la otra mitad querrán venderlas, provocando así que se compensen las compras de divisas de unos con las ventas de la otra mitad de agentes fundamentalistas.

²⁷ El verdadero valor de equilibrio del tipo de cambio no es conocido con certeza por los agentes económicos, ya que, aún siendo éstos fundamentalistas, no existe un consenso entre dichos agentes respecto al verdadero modelo teórico que subyace en la dinámica del tipo de cambio.

Por tanto, cuando el tipo de cambio del mercado coincide con su verdadero valor de equilibrio, el comportamiento de los agentes fundamentalistas no tendrá ningún efecto sobre el tipo de cambio, y el comportamiento errático del tipo de cambio se deberá únicamente a la intervención en el mercado de los agentes chartistas. Sin embargo, si el tipo de cambio corriente es distinto del verdadero tipo de cambio de equilibrio, el comportamiento de los fundamentalistas sí tendrá efectos sobre el precio de la divisa, haciendo que se acerque o se aleje aún más del equilibrio. Cuanto más bajo sea el tipo de cambio respecto de su valor de equilibrio, mayor será el número de agentes fundamentalistas que “crea” que el tipo de cambio está sobrevalorado. Por el contrario, cuanto más alto sea el tipo de cambio corriente respecto al valor de equilibrio, mayor será el número de agentes fundamentalistas que “crea” que la divisa está infravalorada. En ambos casos, el peso de los fundamentalistas en las expectativas sobre el tipo de cambio será mayor, o lo que es lo mismo, menor será el peso de los agentes chartistas. Esto implica, que las respectivas ponderaciones de las expectativas de los fundamentalistas y chartistas no son constantes a lo largo del tiempo, dependiendo éstas de la diferencia entre el tipo de cambio corriente y su verdadero valor de equilibrio, así como del grado de acuerdo entre los agentes fundamentalistas respecto al valor de equilibrio del tipo de cambio.

Esta línea de pensamiento tiene su origen en Frankel y Froot (1986), quienes explican la falta de congruencia entre la fuerte y continua apreciación experimentada por el dólar en el periodo 1980-85 y la evolución de los fundamentos económicos, a partir de la existencia en el mercado de expectativas heterogéneas.

A continuación se desarrollan los principales modelos teóricos de chartistas y fundamentalistas, comenzando por el trabajo pionero de Frankel y Froot para continuar con el modelo de Levin (1997), el de De Grauwe y Grimaldi (2002a, 2002b) y el propuesto por Manzan y Westerhoff (2002). Finalmente, se exponen los trabajos estudiados en relación a la evidencia empírica relativa a la existencia de agentes chartistas y fundamentalistas.

▪ Modelo de Frankel y Froot

El modelo original de Frankel y Froot (1986) clasificaba a los agentes económicos en tres tipologías: chartistas, fundamentalistas y agentes de cambio, siendo estos últimos los que finalmente participan de forma activa en el mercado comprando y vendiendo divisas. Como se ha definido anteriormente, los agentes chartistas realizan su predicción del tipo de cambio basándose en su comportamiento pasado. En el modelo planteado por Frankel y Froot, por simplicidad, la predicción del tipo de cambio se realiza asumiendo que éste sigue un paseo aleatorio, por lo que la predicción del tipo de cambio para el periodo $t+1$ coincide con el valor del tipo de cambio en el periodo t . Los agentes fundamentalistas, por el contrario, realizan sus predicciones utilizando como herramienta algún modelo teórico, asumiéndose en este caso el modelo de sobre-reacción del tipo de cambio propuesto por Dornbusch (1976).

Así, las respectivas predicciones del tipo de cambio realizadas por los fundamentalistas ($\Delta e_{t+1}^{e,f}$) y chartistas ($\Delta e_{t+1}^{e,ch}$) se especifican a través de las siguientes expresiones:

$$\Delta e_{t+1}^{e,f} = \theta(\bar{e} - e_t) \quad \theta > 0 \quad (1)$$

$$\Delta e_{t+1}^{e,ch} = 0 \quad (2)$$

donde el parámetro positivo θ mide la velocidad de ajuste del tipo de cambio corriente a su valor de equilibrio.

Por último, los agentes de cambio forman sus expectativas respecto al tipo de cambio utilizando las predicciones de los fundamentalistas y de los chartistas. Así, el tipo de cambio futuro esperado por los agentes de cambio quedaría determinado por la media ponderada de las predicciones de los fundamentalistas y chartistas, siendo ω y $(1-\omega)$, las ponderaciones en la predicción final del tipo de cambio de las respectivas predicciones de fundamentalistas y chartistas.

$$\Delta e_{t+1}^e = \omega \Delta e_{t+1}^{e,f} + (1-\omega) \Delta e_{t+1}^{e,ch} \quad 0 \leq \omega \leq 1 \quad (3)$$

Frankel y Froot señalan además que el hecho de que el tipo de cambio del dólar se hubiera alejado, paulatina y significativamente, de las predicciones derivadas de sus fundamentos económicos, se debía a que los agentes de cambio habían ido modificando la importancia relativa dada a las predicciones chartistas y fundamentalistas, haciendo cada vez más énfasis en las predicciones derivadas de los chartistas, debido, precisamente, a que las predicciones fundamentalistas incurrían cada vez en mayores errores de predicción. Es decir, que la ponderación de las previsiones chartistas y fundamentalistas en la predicción final del tipo de cambio depende del éxito obtenido por ambos enfoques, y por tanto varía a lo largo del tiempo.

Así, una vez conocido cómo forman sus respectivas previsiones los agentes chartistas y fundamentalistas y dado que asumen que la predicción realizada por los chartistas sigue un paseo aleatorio, se puede conocer la ponderación de la previsión realizada por los fundamentalistas, de tal forma que:

$$\omega = \frac{\Delta e_{t+1}^e}{\Delta e_{t+1}^{e,f}} \quad (4)$$

Definida así ω , y con el fin de conocer su evolución en el tiempo, Frankel y Froot calculan el cociente entre el tipo de cambio a plazo a seis meses y las previsiones publicadas en los informes semestrales de dos publicaciones financieras²⁸, siendo el tipo de cambio a plazo un indicador de las previsiones de los agentes de cambio, y las previsiones de los informes financieros un indicador de las predicciones de los fundamentalistas. El análisis de ω medido a partir de estos dos indicadores les permitió observar que, efectivamente, durante el periodo analizado 1976-1985, se produjo un importante cambio en las ponderaciones de las previsiones fundamentalistas y chartistas, a favor de éstas últimas.

De esta forma, el modelo general para determinar la dinámica del tipo de cambio quedaría explicado por un componente de factores especulativos, -las expectativas del mercado-, y otro compuesto por factores fundamentales recogidos en el parámetro f :

²⁸ Las publicaciones a que se hace referencia fueron American Express y The Economist.

$$e_t = c\Delta e_{t+1}^e + f_t \quad c > 0 \quad (5)$$

donde c es un parámetro positivo que mide la sensibilidad del tipo de cambio corriente ante variaciones en la tasa de depreciación esperada. Según esta expresión general, un incremento en la tasa de depreciación futura de la divisa, dará lugar a un descenso en la demanda de dicha divisa, provocando una depreciación de la moneda en el periodo actual.

Dado que se asume que las expectativas de los chartistas vienen determinadas por un paseo aleatorio, la previsión del tipo de cambio realizada por el mercado vendría determinada por:

$$\Delta e_{t+1}^e = \omega_t \theta (\bar{e} - e_t) \quad (6)$$

y sustituyendo en el modelo general (ecuación 5) nos permite obtener que:

$$e_t = c\omega_t \theta (\bar{e} - e_t) + f_t \quad (7)$$

El modelo inicial de Frankel y Froot asume además que la evolución de la ponderación de las predicciones fundamentalistas en la previsión del mercado varía en función de los errores de predicción cometidos en periodos pasados, de tal manera que cuando aumenta el error de predicción cometido por los fundamentalistas, la ponderación de dicha previsión en las expectativas del mercado disminuye:

$$\Delta \omega_t = v(\hat{\omega}_{t-1} - \omega_{t-1}) \quad (8)$$

donde $\hat{\omega}_{t-1}$ es la ponderación calculada *ex post* que hubiera conducido a una previsión perfecta del tipo de cambio. Es decir, la variación del tipo de cambio en el periodo t respecto al periodo anterior, hubiera sido correctamente prevista si la

estimación realizada por los fundamentalistas hubiera tenido un peso relativo en la previsión del mercado de $\hat{\omega}_{t-1}$:

$$\Delta e_t^e = \Delta e_t = \hat{\omega}_{t-1} \theta (\bar{e} - e_{t-1}) \quad (9)$$

Combinando las ecuaciones (8) y (9), se obtiene que la variación de la importancia relativa de la previsión fundamentalista viene explicitada por la siguiente expresión, donde el parámetro v se interpreta como la importancia que dan los agentes del mercado a la nueva información, -valores altos de v implican mayor importancia a la información reciente, y valores bajos de v implican más importancia a la información pasada. No obstante, en este caso particular, se asume que dicho parámetro se mantiene constante en el tiempo:

$$\Delta \omega_t = \frac{v \Delta e_t}{\theta (\bar{e} - e_{t-1})} - v \omega_{t-1} \quad 0 < \omega, v < 1 \quad (10)$$

Como condición, se impone al modelo que tanto ω como v se encuentren acotados entre cero y uno, debido a que ambos son ponderaciones. Asimismo, la velocidad de ajuste del tipo de cambio a su valor de equilibrio (θ) debe ser mayor que cero e inferior a la unidad, al formularse las expectativas respecto al tipo de cambio siguiendo un esquema regresivo. Por último, el coeficiente c debe ser también positivo, ya que mide la sensibilidad del tipo de cambio ante alteraciones en la tasa de depreciación esperada.

Finalmente, la variación del tipo de cambio en el tiempo vendría expresada a través de la siguiente expresión, donde $\dot{e}(t)$ representa la derivada del tipo de cambio respecto al tiempo:

$$\dot{e}(t) = \frac{-v \omega(t) c \theta}{1 + c \theta \omega(t) - v c} (\bar{e} - e(t)) \quad (11)$$

Dada esta expresión, la variación del tipo de cambio vendrá determinada por el signo del denominador, y por la situación del tipo de cambio respecto a su valor de equilibrio. Si el tipo de cambio está sobrevalorado, $e(t) < \bar{e}$ y $1 + c\theta\omega(t) - v_c < 0$, entonces el tipo de cambio seguirá una trayectoria estable acercándose a su valor de equilibrio. Esto sólo ocurrirá cuando el valor de v esté muy próximo a uno, lo que indicaría que los agentes del mercado a la hora de decidir la importancia relativa dada a la previsión fundamentalista utilizan la información más reciente respecto al tipo de cambio. Si por el contrario, los agentes dan más importancia a la información pasada que a la reciente (v cercano a cero), el término $1 + c\theta\omega(t) - v_c$ sería positivo, y por tanto el tipo de cambio seguiría una trayectoria inestable alejándose aún más de su valor de equilibrio, generando así una burbuja especulativa.

Desde la publicación del trabajo de Frankel y Froot en 1986, la diferenciación propuesta por estos autores para clasificar a los agentes económicos entre “chartistas” y “fundamentalistas” ha dado lugar a una amplia literatura, tanto teórica como empírica. Dicha literatura confirma la existencia en el mercado de diversidad de agentes cuyo denominador común es que forman sus expectativas de forma heterogénea.

▪ Modelo de Levin

Utilizando también el modelo original de sobre-reacción del tipo de cambio de Dornbusch, Levin (1997) desarrolla un modelo para estudiar la evolución del tipo de cambio ante alteraciones de la oferta monetaria, asumiendo la interacción en el mercado de dos tipos de agentes: chartistas y fundamentalistas. Las ecuaciones de partida para explicar el equilibrio del mercado de bienes y de dinero son las mismas que en el modelo de Dornbusch; sin embargo, al asumir heterogeneidad de agentes, la condición de la paridad de intereses será distinta para cada uno de ellos.

De esta forma, la ecuación (1) se refiere a la paridad no cubierta de intereses desde el punto de vista de los agentes fundamentalistas, quienes consideran que la variación esperada del tipo de cambio depende de la desviación del tipo de cambio actual respecto a su nivel de equilibrio (expectativas regresivas). La ecuación (2), por su parte, se refiere a la paridad no cubierta de intereses desde el punto de vista de los

agentes chartistas, quienes formulan sus expectativas respecto al tipo de cambio futuro en función del pasado (expectativas extrapolativas). Por tanto:

$$i = i^* + \theta(\bar{e} - e) \quad (1)$$

$$i = i^* + \eta \Delta e \quad (2)$$

Lo que implica $\theta(\bar{e} - e) = \eta \Delta e$, donde θ mide la velocidad de ajuste del tipo de cambio a su valor de equilibrio y η indica el número de retardos del tipo de cambio considerados por los agentes chartistas.

Además de la consideración de dos tipos de agentes, la principal diferencia del modelo planteado por Levin frente al modelo de Dornbusch, es que los agentes fundamentalistas no tienen expectativas perfectas, ya que aunque sí saben que un aumento relativo de la oferta monetaria se traduce en una depreciación de la divisa interna, no pueden realizar una previsión perfecta del tipo de cambio.

Los agentes chartistas, por su parte, formulan sus expectativas siguiendo un esquema extrapolativo: cuando la moneda interna se esté depreciando, ellos esperarán que la depreciación continúe; cuando el tipo de cambio esté disminuyendo, su previsión del tipo de cambio será que la moneda siga apreciándose.

Una vez definidas las hipótesis del modelo, Levin analiza los efectos sobre el tipo de cambio de un aumento de la oferta nominal de dinero, concluyendo que éstos son exactamente los mismos que en el modelo de Dornbusch. La dinámica del sistema sería la siguiente: un aumento de la oferta nominal de dinero interna, provoca, por la rigidez de precios a corto plazo, un descenso del tipo de interés nominal, situándose por debajo del tipo de interés extranjero. Ante esta situación, los agentes fundamentalistas cambiarán la composición de sus carteras comprando activos denominados en divisa extranjera y generando una fuerte depreciación de la divisa interna, situando el tipo de cambio, por encima incluso, de su nivel de equilibrio (*desbordamiento del tipo de cambio*). En este caso, dado que se asume el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses, los agentes fundamentalistas preverán una apreciación futura de la moneda

nacional, ya que saben que un incremento de la oferta monetaria conlleva finalmente un aumento del nivel de precios. Por tanto, en el momento en que el nivel de precios comience a aumentar ante el exceso de demanda en el mercado de bienes, el tipo de interés nominal interno empezará a subir provocando una entrada de capitales que hará que la moneda doméstica se aprecie, restableciéndose el equilibrio.

Dado que los agentes chartistas asumen que cuando la moneda se aprecia continuará dicha tendencia, sus expectativas respecto a la dinámica del tipo de cambio serán coherentes con las de los agentes fundamentalistas. Así el tipo de cambio continuará su tendencia apreciatoria hasta alcanzar el equilibrio, incluso si el mercado está constituido por diversidad de agentes que forman sus expectativas de forma distinta.

Adicionalmente, Levin plantea un modelo alternativo en el que se asume la hipótesis de que sólo existe un grupo de agentes económicos, pero que sin embargo éstos forman sus expectativas de forma heterogénea, utilizando tanto técnicas chartistas como el análisis de los fundamentos económicos del tipo de cambio.

En este caso, la condición de la paridad no cubierta de intereses se vería modificada por la consideración de expectativas heterogéneas:

$$i = i^* + \theta(\bar{e} - e) + \eta\Delta e \quad (3)$$

Esta ecuación implica que la variación del tipo de cambio viene determinada de forma regresiva por la desviación del tipo de cambio corriente respecto al valor de equilibrio y de forma extrapolativa por la tasa actual de variación del tipo de cambio. En este caso, el componente chartista de las expectativas hace que, en general, sea imposible que el tipo de cambio siga una dinámica estable, ya que las trayectorias que puede seguir el tipo de cambio son infinitas.

En este caso, bajo la hipótesis de expectativas heterogéneas, si se produce un incremento de la oferta monetaria, el tipo de cambio puede seguir dos trayectorias

distintas: una estable y otra inestable. Dado que el modelo no incorpora restricciones respecto a lo que debe ocurrir ante un shock monetario, ambas trayectorias son posibles.

Suponiendo que el tipo de cambio siguiera la trayectoria estable, la dinámica del tipo de cambio ante un incremento de la oferta monetaria sería exactamente la misma que en el caso anterior con dos tipos de agentes. Si por el contrario, el tipo de cambio sigue la trayectoria inestable, la dinámica sería la siguiente: debido al componente de expectativas regresivas, los agentes decidirían cambiar la composición de sus carteras incrementando la proporción de activos extranjeros, provocando así la depreciación y desbordamiento del tipo de cambio, lo que permite a su vez el mantenimiento de la paridad no cubierta de intereses, ya que al desbordarse el tipo de cambio se produce una expectativa entre los agentes de una futura apreciación de la moneda. En el momento que el tipo de cambio comienza a apreciarse, por el componente de expectativas extrapolativas, dicha apreciación genera una expectativa entre los agentes de continuar la tendencia apreciatoria. Esto hace que el tipo de cambio continúe apreciándose, disminuyendo incluso por debajo de su nivel de equilibrio a largo plazo. Esta apreciación continua del tipo de cambio tiene un efecto sobre el mercado de bienes, donde se produce un exceso de producción, lo que provoca una disminución de precios alejándose de nuevo de su nivel de equilibrio. A lo largo de esta trayectoria inestable, la paridad no cubierta de intereses se mantiene siempre.

Dado que el tipo de cambio actual se encuentra por debajo de su valor de equilibrio (sobrevalorado), el componente de expectativas regresivas genera una expectativa de depreciación de la moneda nacional. Por el contrario, dado que el tipo de cambio se está apreciando, por el componente de expectativas extrapolativas, la expectativa generada es que el tipo de cambio continuará disminuyendo y alejándose más aun de su valor de equilibrio, generándose por tanto una burbuja especulativa.

No obstante, este proceso no seguirá indefinidamente y cuando los inversores comiencen a hacer efectivos sus beneficios, la burbuja estallará. Asimismo, el proceso especulativo tampoco puede continuar indefinidamente debido a que ambos componentes, regresivo y extrapolativo, no tienen una importancia relativa constante, sino que varían a lo largo del tiempo. Por tanto, a medida que el tipo de cambio se aleja

de su nivel de equilibrio, el componente regresivo gana importancia y por tanto la expectativa de que el tipo de cambio se depreciará, restando peso en la formación de las expectativas al componente extrapolativo, en cuyo caso la moneda interna finalmente comenzaría a depreciarse hacia su valor de equilibrio. Esto implica que el comportamiento de los agentes tendería a estabilizar el tipo de cambio y deshacer así la burbuja sin necesidad de una depreciación dramática.

▪ **Modelo de De Grauwe y Grimaldi**

A partir de las características conocidas respecto al tipo de cambio (desajuste respecto a los fundamentos económicos, exceso de volatilidad en relación a los fundamentos, desviaciones respecto a la PPA, función de distribución diferente a la normal, etc.), De Grauwe y Grimaldi (2002a) simulan un modelo que recoge dichas características, asumiendo también heterogeneidad de agentes económicos: así, clasifican a los agentes en chartistas y fundamentalistas. Al igual que el resto de autores, los agentes chartistas forman sus expectativas extrapolando la evolución pasada del tipo de cambio. Por su parte, los fundamentalistas, forman sus expectativas de forma regresiva, utilizando como tipo de cambio de referencia el determinado por el modelo monetario de Dornbusch. Previamente, justifican la existencia de agentes chartistas al demostrar que la participación de éstos en el mercado genera, en determinadas condiciones²⁹, beneficios superiores a los de los fundamentalistas.

Antes de analizar la especificación concreta del modelo, resulta necesario resaltar algunos de los resultados obtenidos por estos autores derivados de la simulación del tipo de cambio. En primer lugar observan que el tipo de cambio es muy sensible a las condiciones iniciales, es decir, al valor inicial de los parámetros estimados para las predicciones de los dos tipos de agentes. En concreto, observan que cuando el grado de extrapolación utilizado por los agentes chartistas es superior a 2, el tipo de cambio tiende a seguir una dinámica caótica. Asimismo, si los fundamentalistas cometen un pequeño error en la estimación de la velocidad de ajuste del tipo de cambio respecto al valor determinado por sus fundamentos, da lugar a importantes desviaciones del tipo de

²⁹ En concreto, observan que cuando el grado de extrapolación utilizado por los chartistas es inferior a 4, los beneficios obtenidos por éstos son superiores a los obtenidos por los agentes fundamentalistas.

cambio respecto a dicho valor de equilibrio. La existencia o no de costes de transacción es también una causa importante para que el tipo de cambio no se desligue de su valor fundamental; así, De Grauwe y Grimaldi señalan que cuando los costes de transacción son nulos, no se observan desviaciones importantes entre el tipo de cambio y el valor determinado por sus fundamentos, mientras que cuando existen costes de transacción, el tipo de cambio tiende a desviarse continuamente de su valor fundamental.

Estos autores comparan también los resultados de su modelo, cometiendo un ligero error en uno de los parámetros, con los derivados de un paseo aleatorio, observando de nuevo, mejores resultados en el caso del paseo aleatorio. La mayor parte de los autores han explicado que esta característica se debe a que en la evolución del tipo de cambio se producen cambios estructurales asociados a cambios en los sistemas del tipo de cambio. Sin embargo, De Grauwe y Grimaldi señalan que no hay tantos cambios de regímenes de tipos de cambio como para justificar tantos cambios en los parámetros. En concreto, la explicación que ofrecen estos autores a esta característica, se encuentra en que, el tipo de cambio sigue una dinámica no lineal, dando lugar a que pequeños errores en la estimación de los verdaderos parámetros del modelo generen importantes desviaciones del tipo de cambio.

Por último, el modelo simulado por De Grauwe y Grimaldi (2002a) explica que el exceso de volatilidad del tipo de cambio en relación al nivel de precios se debe a la participación en el mercado de los agentes chartistas, demostrando que a medida que aumenta la proporción de agentes chartistas en el mercado, la volatilidad del tipo de cambio se ve incrementada sustancialmente, alejando paulatinamente el tipo de cambio de su valor de equilibrio. Por el contrario, cuando en el mercado predominan los agentes fundamentalistas, la volatilidad del tipo de cambio disminuye y el tipo de cambio tiende hacia su valor de equilibrio.

El modelo inicialmente propuesto por De Grauwe y Grimaldi (2002a) asumía en un principio la misma proporción de agentes chartistas y fundamentalistas, modificando posteriormente de forma exógena dichas proporciones con el fin de conocer los efectos sobre el tipo de cambio. En una versión ampliada de dicho modelo y siguiendo el planteamiento de Frankel y Froot (1986), De Grauwe y Grimaldi (2002b), estiman

endógenamente la proporción de agentes fundamentalistas y chartistas, en cada momento del tiempo, en función de las ganancias obtenidas por cada uno de ellos. El modelo ampliado considera, asimismo, que actuar en el mercado siguiendo un comportamiento chartista lleva asociado una prima de riesgo, ya que cuanto mayor sea la diferencia entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio, mayor será la probabilidad de que el tipo de cambio tienda a corregir el desequilibrio y por tanto mayor, será el riesgo asociado de utilizar el análisis técnico para realizar las predicciones.

Las ecuaciones básicas del modelo pueden resumirse, por un lado, en la predicción realizada por los fundamentalistas y los chartistas, donde el parámetro θ mide la velocidad de ajuste del tipo de cambio a su valor de equilibrio y el parámetro β mide el grado de extrapolación considerado por los agentes chartistas:

$$\Delta e_{t+1}^{e,f} = -\theta(e_t - \bar{e}_t)^2 \quad \theta > 0 \quad (1)$$

$$\Delta e_{t+1}^{e,ch} = \beta \sum_{i=0}^T \alpha_i \Delta e_{t-i} \quad (2)$$

Una de las características más importantes del modelo planteado por De Grauwe y Grimaldi, es que asumen la existencia de costes de transacción, los cuales condicionan la predicción del tipo de cambio realizada por los agentes fundamentalistas. Así, si la diferencia entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio es pequeña, en concreto menor que los costes de transacción, la mejor predicción que pueden hacer los agentes fundamentalistas del tipo de cambio es la derivada de un paseo aleatorio. Por el contrario, si la diferencia entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio es mayor que los costes de transacción, la estimación del tipo de cambio realizada por los fundamentalistas vendrá determinada tal y como se ha definido en la ecuación (1).

Asumiendo, como hipótesis de partida, que los costes de transacción son elevados, la variación del tipo de cambio en el momento $t+1$ vendrá determinada por la predicción realizada por los agentes fundamentalistas, la realizada por los agentes chartistas y una perturbación aleatoria:

$$\Delta e_{t+1} = \omega_t \theta (e_t - \bar{e}_t)^2 + (1 - \omega_t) \beta \sum_{i=0}^T \alpha_i \Delta e_{t-i} + \varepsilon_{t+1} \quad (3)$$

donde ω y $(1-\omega)$ representan la proporción en cada momento del tiempo de agentes fundamentalistas y chartistas respectivamente. Dado que dichas proporciones no son constantes, el número de agentes fundamentalistas en cada momento t (N_t^f) vendrá determinado por el número de agentes fundamentalistas existentes en el periodo anterior, más el número de agentes chartistas que dejan de ser chartistas para ser fundamentalistas, menos el número de agentes fundamentalistas que pasan a ser chartistas. El número de agentes chartistas (N_t^{ch}) se determina del mismo modo:

$$\begin{aligned} N_t^f &= N_{t-1}^f + p_t^{ch,f} N_{t-1}^{ch} - p_t^{f,ch} N_{t-1}^f \\ N_t^{ch} &= N_{t-1}^{ch} + p_t^{f,ch} N_{t-1}^f - p_t^{ch,f} N_{t-1}^{ch} \end{aligned}$$

donde $p^{f,ch}$ es la probabilidad de que un agente fundamentalista pase a ser chartista, y $p^{ch,f}$ es la probabilidad de que un agente chartista pase a ser fundamentalista. Una de las aportaciones más interesantes del trabajo de De Grauwe y Grimaldi es la definición que realizan de dichas probabilidades, las cuales son una función de las ganancias obtenidas por cada tipo de agente y del riesgo asociado a la utilización de técnicas chartistas para predecir el tipo de cambio. Así, cuanto mayores sean las ganancias obtenidas por los agentes chartistas, mayor será la probabilidad de que un fundamentalista pase a ser chartista, y menor será la probabilidad de que un chartista pase a ser fundamentalista. Asimismo, cuanto mayor sea el riesgo de utilizar el análisis técnico para predecir el tipo de cambio, menor será la probabilidad de que un fundamentalista pase a ser chartista.

Las ecuaciones específicas de las probabilidades $p^{f,ch}$ y $p^{ch,f}$ son las siguientes:

$$p_t^{f,ch} = \gamma_1 \frac{\exp(B_{t-1}^{ch})}{\exp(B_{t-1}^{ch} + B_{t-1}^f)} \exp(-z(e_{t-1} - f_{t-1})^2) \quad 0 < \gamma_1 < 1$$

$$p_t^{ch,f} = \gamma_2 \frac{\exp(B_{t-1}^f)}{\exp(B_{t-1}^{ch} + B_{t-1}^f)} \left(1 - \exp\left(-z(e_{t-1} - f_{t-1})^2\right) \right) \quad 0 < \gamma_2 < 1$$

Los parámetros γ_1 y γ_2 miden la sensibilidad de la probabilidad de intercambio entre un tipo de agente y otro, ante alteraciones del beneficio de los chartistas o fundamentalistas. Asimismo, B^{ch} y B^f representan los beneficios obtenidos por los agentes chartistas y fundamentalistas respectivamente. El riesgo asociado a la utilización de técnicas chartistas para la predicción del tipo de cambio se mide en función de la diferencia entre el tipo de cambio corriente y el valor que hubieran determinado sus fundamentos, en el sentido de que cuanto mayor sea la diferencia entre uno y otro, mayor será la probabilidad de que el tipo de cambio se corrija en función de sus fundamentos y no de su comportamiento pasado. En este caso, el parámetro z mide la sensibilidad del término de riesgo ante el tamaño de la diferencia entre el tipo de cambio y el estimado por sus fundamentos.

Una vez especificado el modelo, De Grauwe y Grimaldi simulan la dinámica del tipo de cambio utilizando datos diarios, detectando como principal característica de su evolución la existencia de no linealidades, de las cuales, la más importante se deriva de la existencia de costes de transacción y la segunda de la existencia de heterogeneidad de agentes. Las conclusiones obtenidas a partir de la simulación realizada por estos autores pueden resumirse en tres: 1) el tipo de cambio presenta una alta sensibilidad a las condiciones iniciales, implicando por tanto que una pequeña alteración en sus determinantes puede provocar diferentes trayectorias del tipo de cambio; 2) los efectos sobre el tipo de cambio derivados de un shock permanente son impredecibles, impidiendo por tanto que se pueda predecir el efecto exacto en un momento determinado del tiempo, mientras que sí pueda predecirse el efecto medio, y 3) finalmente, observan que el tipo de cambio se ajusta mejor a la evolución de sus fundamentos económicos cuando la evolución de los mismos presenta una alta varianza. En el caso contrario, cuando la varianza de los fundamentos es pequeña, el tipo de cambio se desliga más fácilmente de la trayectoria marcada por los mismos.

▪ Modelo de Manzan y Westerhoff

Partiendo del modelo de Frankel y Froot (1986, 1990), Manzan y Westerhoff (2002) proponen y contrastan un modelo no lineal para la determinación del tipo de cambio, asumiendo heterogeneidad de expectativas derivada de la existencia de dos tipos de agentes: fundamentalistas y chartistas. La contrastación empírica realizada por estos autores se apoya en datos mensuales³⁰ de los tipos de cambio del dólar frente al marco, el yen, el dólar canadiense, el franco francés y la libra esterlina. Al igual que el resto de autores que asumen esta misma clasificación de los agentes económicos, las expectativas de los fundamentalistas vienen determinadas por la desviación entre el tipo de cambio corriente y el valor determinado por sus fundamentos, siendo la paridad del poder adquisitivo la teoría elegida:

$$\Delta e_{t+1}^{e,f} = \theta_1 (\bar{e}_t - e_t) \quad 0 < \theta_1 < 1$$

donde el parámetro θ_1 indica la velocidad de ajuste del tipo de cambio corriente al nivel de equilibrio. Por tanto, si en el momento t el tipo de cambio corriente se encuentra por encima de su valor de equilibrio, los fundamentalistas preverán una apreciación del tipo de cambio; por el contrario, si el tipo de cambio corriente se encuentra por debajo de su valor de equilibrio, los fundamentalistas esperarán una depreciación de la divisa en el periodo siguiente.

Las expectativas de los chartistas no se ven influenciadas, a corto plazo, por la información relativa a los fundamentos económicos, estimando el tipo de cambio futuro a partir de su evolución pasada.

$$\Delta e_{t+1}^{e,ch} = \delta_t (e_t - e_{t-1}) \quad \delta_t > 0 \quad \text{ó} \quad \delta_t < 0$$

En este caso, el parámetro δ_t mide la confianza de los chartistas en relación a que se mantenga o no la tendencia del tipo de cambio; si el parámetro δ_t es positivo, una

³⁰ El periodo analizado por estos autores comprende desde 1974 a 1998, utilizando datos mensuales de los diferentes tipos de cambio.

depreciación de la divisa interna dará lugar a que los chartistas prevean una nueva depreciación de la divisa en el periodo siguiente, indicando por tanto, la existencia de expectativas de arrastre entre los agentes (*bandwagon expectations*); si, por el contrario, el parámetro δ_t es negativo, una apreciación del tipo de cambio implicará que los agentes prevean una depreciación de la divisa en el periodo siguiente. Por tanto, cuando existan expectativas de arrastre ($\delta_t > 0$), el comportamiento de los chartistas tendrá un efecto desestabilizador sobre el tipo de cambio, mientras que, cuando el parámetro δ_t sea negativo, el efecto de los chartistas sobre el tipo de cambio será estabilizador permitiendo que el tipo de cambio tienda hacia su valor de equilibrio.

La característica fundamental del modelo propuesto por Manzan y Westerhoff es que asumen que este parámetro puede variar en cada momento del tiempo, dando lugar a un comportamiento no lineal del tipo de cambio, dependiendo de si el parámetro δ_t es positivo o negativo. Así, el valor del parámetro en cada momento del tiempo es estimado en función de la variación observada del tipo de cambio; si, en un momento determinado, la variaciones del tipo de cambio en valor absoluta es demasiado elevada, el parámetro δ_t será negativo, y los agentes chartistas preverán un cambio en la tendencia del tipo del cambio. Por el contrario, si la variación observada del tipo de cambio no se considera excesiva, de nuevo en valor absoluto, el signo del parámetro δ_t será positivo y los agentes chartistas estimarán que continúe la tendencia del tipo de cambio. En ambos casos, el valor del parámetro δ_t está influido por la diferencia entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, de tal modo, que cuando el tipo de cambio está muy alejado de su valor de equilibrio, las expectativas de apreciación o depreciación, según el signo del parámetro, se verán incrementadas:

$$\delta_t \begin{cases} \text{Si } |e_t - e_{t-1}| \geq c & \delta_t = \delta_1 |\bar{e}_t - e_t| & \delta_t < 0 \\ \text{Si } |e_t - e_{t-1}| < c & \delta_t = \delta_2 |\bar{e}_t - e_t| & \delta_t > 0 \end{cases}$$

El parámetro c es una constante que determina el valor umbral, en función del cual, el parámetro δ_t tomará el valor δ_1 o δ_2 . Este parámetro no puede ser conocido a

priori y, por tanto, siguiendo la metodología de los modelos de umbral, es estimado junto al resto de parámetros, obteniéndose su valor mediante optimización³¹.

Una vez definidas las expectativas de ambos agentes, el modelo propuesto por estos autores plantea que el tipo de cambio en el periodo $t+1$, será el resultado de la combinación de las respectivas demandas de la divisa por parte de los agentes fundamentalistas y chartistas:

$$e_{t+1} = e_t + \alpha^m (d_t^f + d_t^{ch})$$

donde d_t^f es la demanda de la divisa por parte de los fundamentalistas, la cual depende de sus expectativas respecto al tipo de cambio, d_t^{ch} es la demanda de la divisa realizada por los chartistas, dependiendo igualmente de sus expectativas, y α^m es el coeficiente de reacción por parte de los creadores de mercado.

La especificación general del modelo para estimar la variación del tipo de cambio en $t+1$ viene determinada por el siguiente modelo no lineal:

$$\Delta e_{t+1} = \delta_1 |\bar{e}_{t-r} - e_{t-r}| (e_{t-p} - e_{t-p-1}) I_{(A)} + \delta_2 |\bar{e}_{t-r} - e_{t-r}| (e_{t-p} - e_{t-p-1}) I_{(B)} + \theta (\bar{e}_{t-s} - e_{t-s}) + \varepsilon_{t+1}$$

donde, $I_{(A)} = 1$ si $|e_{t-q} - e_{t-q-1}| \geq c$ y $I_{(A)} = 0$ en caso contrario

$I_{(B)} = 1$ si $|e_{t-q} - e_{t-q-1}| < c$ y $I_{(B)} = 0$ en caso contrario

Los retardos considerados en cada caso (p , q , r y s) son diferentes, ya que al estimar el modelo, buscan aquellos retardos que proporcionen mejores resultados predictivos, optimizando asimismo el valor de la constante c .

³¹ En los modelos de umbral, la constante que determina el umbral se estima optimizando su valor, de tal forma que se minimice la varianza residual del modelo, siguiendo el criterio de información de Akaike (AIC). $AIC(M) = T \log(\hat{\sigma}_a^2) + 2M$, donde M es el número de parámetros del modelo a estimar.

Con el fin de contrastar la linealidad del modelo, estiman, paralelamente al anterior modelo no lineal, la versión lineal del mismo asumiendo que el parámetro δ es constante. Sin embargo, la primera conclusión extraída por estos autores, es que el modelo que mejor explica la evolución del tipo de cambio es el modelo no lineal, resultando los parámetros del modelo lineal no significativos en la mayoría de las divisas analizadas.

En cuanto a las expectativas de los fundamentalistas (medidas a través del parámetro θ), observan que, en todos los casos, el parámetro estimado es muy bajo, implicando que el tipo de cambio corriente se ajusta lentamente a su valor de equilibrio. En la mayor parte de las divisas analizadas, el retardo que resulta significativo es el 12, implicando, en coherencia con los resultados de Frankel y Froot (1986) y Allen y Taylor (1992), que los agentes utilizan la información relativa a los fundamentos económicos para realizar sus predicciones del tipo de cambio a largo plazo. En concreto, los fundamentalistas prevén que el tipo de cambio se corrige mensualmente en torno a un 3% respecto a la desviación existente entre el tipo de cambio corriente y sus fundamentos un año antes.

En el caso de las expectativas de los chartistas, la mayor correlación entre el tipo de cambio y su evolución pasada se produce en el primer retardo, corroborando de nuevo los resultados de Allen y Taylor (1992) en los que señalaban que las técnicas chartistas eran utilizadas en el muy corto plazo por el 90% de los agentes. En cuanto al signo del parámetro δ_t , observan que cuando la apreciación o depreciación registrada en el último periodo por la divisa ha sido muy elevada (superior al umbral c : 2-3%), δ_t resulta negativo, mientras que cuando la apreciación/depreciación es pequeña (inferior a c), δ_t es positivo. El significado de estos resultados es que cuando la variación del tipo de cambio es pequeña, los chartistas prevén que se mantenga la tendencia, mientras que si el tipo de cambio experimenta una fuerte variación, los chartistas preverán que el tipo de cambio experimente una nueva apreciación/ depreciación en sentido contrario. En este sentido, los resultados de Manzan y Westerhoff corroboran la hipótesis de que cuando el tipo de cambio muestra leves variaciones, el comportamiento de los agentes chartistas resulta desestabilizador, mientras que cuando el tipo de cambio presenta

fuertes oscilaciones, el comportamiento de los agentes chartistas contribuye a la estabilización del tipo de cambio.

Asimismo, cuanto mayor es la desviación entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio, el comportamiento estabilizador de los chartistas se vuelve más agresivo, ya que cuando el tipo de cambio se aleja mucho de su equilibrio, los chartistas confían menos en las señales derivadas de la extrapolación de los datos.

Finalmente, en cuanto a la bondad predictiva del modelo, obtienen un buen ajuste del modelo dentro del periodo muestral, obteniendo mejores resultados que los derivados de un paseo aleatorio, aunque la capacidad predictiva fuera de la muestra, sólo resulta significativa en dos de las divisas analizadas (franco francés y yen). Manzan y Westerhoff explican que estos mejores resultados predictivos frente a otros trabajos previos, se debe, precisamente, a la consideración conjunta en el modelo, tanto de factores fundamentales como de variables no fundamentales.

Por último, con el fin de detectar relaciones de dependencia no lineal, reestiman el modelo, también fuera de la muestra, utilizando técnicas no paramétricas; no obstante, en coherencia con los resultados de Diebold y Nason (1990), los resultados derivados de la estimación no paramétrica no consiguen mejorar los derivados de un paseo aleatorio. Esto se debe, a que la combinación de no linealidades débiles con muestras pequeñas disminuye la potencia de los tests, provocando que la capacidad predictiva del modelo a corto plazo no pueda ser detectada.

III.3.1.1. Evidencia empírica

La evidencia empírica respecto a la existencia de agentes económicos chartistas y fundamentalistas ha demostrado que el número de agentes económicos que basan sus expectativas respecto al tipo de cambio únicamente en el análisis técnico o, por el contrario, analizando solamente los fundamentos económicos es muy reducido. Así, la conclusión general de los trabajos realizados desde la década pasada hasta los más recientes, es que ambos comportamientos son complementarios entre sí y no

excluyentes, y que, por tanto, la dinámica del tipo de cambio, tanto a corto como a largo plazo, no puede ser analizada desde un punto de vista exclusivamente técnico o únicamente basado en sus fundamentos económicos, ya que la mayor parte de los agentes forman sus expectativas combinando los resultados de ambos modelos.

También es cierto, que la mayoría de los autores señalan que en los horizontes temporales más cortos (un día, una semana, un mes) el análisis técnico presenta una importancia relativa mayor frente al análisis de la evolución de las variables fundamentales, incrementándose el peso de los fundamentos económicos en las previsiones a medio y largo plazo.

Por este motivo, ha proliferado el número de trabajos cuyo objetivo es estudiar la importancia cuantitativa de los dos tipos de comportamiento en la formación de las expectativas de los agentes, analizando dichas conductas para diferentes horizontes de predicción. Entre los trabajos más destacados, la herramienta más utilizada para la obtención de información es la encuesta, destacando en primer lugar el estudio pionero realizado por Allen y Taylor (1990, 1992), cuya metodología ha sido seguida por otros autores como Menkhoff (1997), Lui y Mole (1998), Oberlechner (2001), Cheung y Wong (2000) y Cheung y Chinn (1999b, 2001). No obstante, el principal inconveniente de la encuesta es que impide determinar con exactitud la importancia cuantitativa de ambos enfoques en las expectativas respecto al tipo de cambio.

Otros autores, como Vigffusson (1997) contrastan la existencia de agentes chartistas y fundamentalistas utilizando modelos de Markov con saltos de régimen. Por su parte, Pilbeam (1995), realiza una simulación del éxito de las predicciones de ambos tipos de agentes.

A) Evidencia empírica basada en encuestas

Efectivamente, Allen y Taylor (1990) demostraron que, en las predicciones a corto plazo, la mayor parte de los agentes utilizan el análisis técnico, mientras que para horizontes temporales más largos los agentes utilizan algún modelo teórico. Adicionalmente demuestran que existe una relación de complementariedad entre

chartistas y fundamentalistas, es decir, que un mismo agente económico es chartista y fundamentalista simultáneamente, siendo precisamente la importancia relativa dada a un enfoque u otro lo que diferencia los agentes económicos entre sí.

Su análisis parte de una encuesta continua³² dirigida a una muestra de más de 200 agentes de cambio del mercado londinense, con el fin de conocer sus respectivas predicciones del tipo de cambio a una y cuatro semanas. Los tipos de cambio analizados fueron el marco, la libra y el yen respecto al dólar. Los resultados obtenidos por estos autores evidenciaban la importancia del análisis técnico en las predicciones del tipo de cambio, mostrando que el 90% de los agentes utilizaban el análisis técnico para realizar sus predicciones a muy corto plazo –de un día a una semana-. Asimismo, más de la mitad de los encuestados (el 60%) señalaba que el análisis chartista era, al menos, tan importante como el análisis de los fundamentos económicos para la determinación del tipo de cambio. En horizontes de predicción más largos, -de uno a tres meses o de seis meses a un año-, la importancia de los fundamentos económicos en la predicción del tipo de cambio cobraba importancia, y para horizontes superiores al año, el 85% de los agentes señalaban que los fundamentos eran más importantes que el análisis técnico, existiendo asimismo un 30% de agentes que afirmaban que el tipo de cambio esperado dependía únicamente de sus fundamentos. Por último, estos autores señalan también que existía un 2% de los casos encuestados que, con independencia del horizonte de predicción contemplado, siempre utilizaban las técnicas chartistas para la estimación del tipo de cambio futuro.

Allen y Taylor analizan, adicionalmente, las características y bondad de las predicciones realizadas por los agentes chartistas, contrastando asimismo el esquema de hipótesis de expectativas utilizadas por los agentes. Así observan que, en cuanto a las características de las predicciones, i) los errores de predicción son significativamente mayores en las predicciones a cuatro semanas que en las relativas a una semana; ii) cuando existe un comportamiento tendencial en la evolución del tipo de cambio, los errores de predicción disminuyen y los agentes tienden a mantener dicha tendencia en sus predicciones; y iii) cuando la divisa está apreciándose, los agentes tienden a

³² La encuesta realizada fue dirigida a los mismos agentes durante un periodo de 38 semanas consecutivas.

infraprededir la apreciación, mientras que cuando la divisa está depreciándose, los agentes tienden a sobrestimar la depreciación.

Para analizar la bondad de las predicciones de los agentes chartistas, comparan el porcentaje de error cuadrático medio derivado de sus predicciones³³ frente al error resultante de la mediana del total de predicciones. En este sentido, la conclusión obtenida es que los mejores resultados son los derivados del paseo aleatorio, coincidiendo con los resultados obtenidos por Meese y Rogoff (1983b).

Por último, Allen y Taylor contrastan la hipótesis de expectativas más utilizada entre los agentes chartistas, analizando para ello los supuestos de expectativas estáticas, expectativas de arrastre (*bandwagon expectations*)³⁴, extrapolativas, adaptativas y regresivas. De estos cinco supuestos, en los dos primeros casos la elasticidad de las expectativas es igual a la unidad (expectativas estáticas) o superior (expectativas de arrastre), mientras que en los otros tres casos, la elasticidad de las expectativas es inferior a uno. Por tanto, si los agentes siguen un patrón de comportamiento de expectativas estáticas o de arrastre, su efecto sobre el tipo de cambio será desestabilizador, mientras que si los agentes actúan siguiendo la hipótesis de expectativas extrapolativas, adaptativas o regresivas, al ser éstas inelásticas, la influencia de los agentes chartistas sobre el mercado no provocaría fuertes oscilaciones del tipo de cambio. El procedimiento utilizado por estos autores para contrastar la hipótesis de expectativas, consistió en seleccionar una submuestra aleatoria del total de agentes chartistas, contrastando la hipótesis nula de que los agentes utilicen la hipótesis de expectativas estáticas respecto a cada una de las otras cuatro hipótesis. La conclusión obtenida es que en la mayoría de las predicciones del tipo de cambio a una semana, se acepta la hipótesis de expectativas estáticas frente al resto de opciones. La hipótesis de expectativas de arrastre, por el contrario, no puede ser aceptada en ninguno de los casos.

³³ Analizan las predicciones derivadas del paseo aleatorio, un modelo ARIMA y dos modelos VAR, uno basado en variables económicas, y otro basado en la evolución del tipo de cambio de otras divisas.

³⁴ La hipótesis de expectativas de arrastre "bandwagon expectations" implica que la diferencia en el (logaritmo) del tipo de cambio esperado viene determinada por la diferencia registrada entre el tipo de cambio en el último periodo respecto al periodo anterior, corregido por un parámetro positivo:

$$e_{t+1}^e - e_t = \phi(e_t - e_{t-1}), \text{ siendo } \phi > 0$$

Todo ello implica que el comportamiento de los chartistas no es la causa fundamental de la volatilidad del tipo de cambio a corto plazo, ya que al aceptarse mayoritariamente la hipótesis de expectativas estáticas, significa que los agentes chartistas no suelen sobrerreaccionar sistemáticamente ante alteraciones en el tipo de cambio actual.

Utilizando como punto de referencia el trabajo de Allen y Taylor (1990), Menkhoff (1997) realiza una encuesta dirigida a agentes participantes en el mercado cambiario alemán (agentes de cambio y gestores de fondos de inversión), con el fin de determinar la utilización del análisis técnico por parte de los agentes. El estudio de Menkhoff se diferencia fundamentalmente del realizado por Allen y Taylor en la consideración de un tercer tipo de información adicional al análisis de los fundamentos y del análisis técnico: el análisis de los flujos de órdenes de compraventa (orderflows).

Los resultados obtenidos por Menkhoff son coherentes en muchos aspectos de los ya obtenidos por Allen y Taylor. En primer lugar se corrobora que el análisis técnico es utilizado por un buen número de agentes económicos, no existiendo diferencias significativas entre los dos grupos de agentes analizados –agentes de cambio y gestores de fondos-. El 89% de los agentes de cambio y el 94% de los gestores de fondos, otorgan, en sus predicciones del tipo de cambio, una importancia superior al 10% al análisis técnico, siendo la importancia media del análisis chartista en ambos grupos del 37%. En cambio, sí observa diferencias significativas entre los dos grupos de agentes en cuanto a la importancia dada a los fundamentos económicos y el análisis de flujos: los agentes de fondos ponen mayor énfasis en la información derivada de los fundamentos económicos que los agentes de cambio, -54% frente a un 42%-, dándose el caso contrario con el análisis de flujos, ya que la importancia media otorgada por los agentes de cambio al análisis de flujos es del 21% (9% en el caso de los gestores de fondos).

Menkhoff confirma asimismo los resultados de Allen y Taylor en cuanto a la complementariedad existente entre el análisis técnico y el análisis fundamental. Sin embargo, la hipótesis verificada por estos autores de que el análisis técnico está asociado a las predicciones del tipo de cambio a corto plazo, no encuentra respaldo en los resultados de Menkhoff, que tras analizar seis horizontes de predicción diferentes

(un día, varios días, varias semanas, 2-6 meses, 6-12 meses y más de un año) no encuentra correlación entre la utilización del análisis técnico y dichos periodos, siendo la importancia relativa del análisis técnico en los periodos hasta seis meses muy similar a la media total (37%) y existiendo tan sólo un 5% de agentes que considera menos importante el análisis técnico en los horizontes más largos. Sin embargo, sí observa que el análisis fundamental está fuertemente relacionado con los horizontes de predicción más largos. La justificación que ofrece Menkhoff a esta circunstancia, es que, el hecho de que en el trabajo de Allen y Taylor (1990) los resultados respecto al análisis técnico aparecieran vinculados a los horizontes de predicción más cortos se debía a la omisión de la consideración del análisis de flujos.

Menkhoff analiza también si el análisis técnico es el procedimiento más utilizado por el grupo de agentes mayoritario en el mercado, clasificando para ello a los agentes en tres grupos en función del tipo de información preferida por dichos agentes, -chartismo, análisis fundamental o análisis de flujos-, obteniendo que el 50% son fundamentalistas, el 28% de los agentes son chartistas y un 10% son agentes que forman sus expectativas poniendo mayor énfasis en el análisis de flujos (el 12% restante utiliza otro tipo de información). Una vez clasificados los agentes económicos en los tres grupos mencionados, contrasta de nuevo si efectivamente el grupo de agentes chartistas son precisamente los que mayoritariamente hacen previsiones del tipo de cambio a corto plazo, encontrando de nuevo que no puede extraer esta conclusión.

Por último, Menkhoff contrasta los resultados de Frankel y Froot (1990) y Allen y Taylor (1992) en los que señalaban que casi la mitad de los participantes en el mercado utilizaban el análisis chartista porque las expectativas de éstos se convertían en expectativas autogeneradas o autocumplidas (*self-fulfilling expectations*), implicando por tanto un comportamiento racional. Los resultados relativos a esta hipótesis son sin embargo contradictorios, ya que la mitad de los agentes chartistas no está de acuerdo con que el análisis técnico de lugar a expectativas autogeneradas.

Lui y Mole (1998) utilizan de nuevo la encuesta como herramienta para conocer en qué proporción utilizan los agentes participantes en el mercado cambiario de Hong-Kong, el análisis técnico y el análisis de los fundamentos económicos para determinar

sus previsiones respecto al tipo de cambio futuro. Con este fin, analizan las previsiones del tipo de cambio realizadas por dichos agentes a un día, una semana, un mes, tres meses, seis meses, un año y superior al año.

Coincidiendo con los resultados obtenidos por Allen y Taylor (1990) y Menkhoff (1997), Lui y Mole señalan que una proporción muy elevada de los agentes participantes en el mercado de Hong-Kong utilizan para sus previsiones del tipo de cambio, una combinación de ambos enfoques, -análisis técnico y análisis de fundamentos-. Asimismo, señalan como Allen y Taylor (1990) que el análisis técnico ejerce una mayor influencia sobre las previsiones del tipo de cambio a corto plazo, mientras que en horizontes de predicción más largos cobran importancia los fundamentos económicos. En concreto, Lui y Mole demuestran que en las previsiones a un día, una semana y un mes, el análisis técnico o chartista resulta significativamente más importante que el análisis fundamental. Por el contrario, en las previsiones a seis meses, un año, y periodos superiores, el análisis fundamental resulta significativamente más importante que el análisis técnico.

Una característica importante del trabajo realizado por Lui y Mole, es que concluyen que el análisis técnico, no sólo es más útil para predecir el tipo de cambio a corto plazo, sino que además resulta significativamente más eficaz para predecir los cambios de dirección en el tipo de cambio. Sin embargo, para predecir la tendencia del tipo de cambio, el análisis técnico no muestra ventajas significativas respecto al análisis de los fundamentos.

En cuanto a los factores de mayor influencia sobre el tipo de cambio, Lui y Mole analizan los efectos sobre el tipo de cambio de las variaciones de los tipos de interés, los diferenciales de inflación y la situación de la balanza de pagos, concluyendo que la variación de los tipos de interés es la variable que mejor explica las variaciones del tipo de cambio en las predicciones con un horizonte inferior al mes; no obstante, en las predicciones a más de un mes, la balanza de pagos resulta como el factor más relevante, seguido de nuevo por los tipos de interés. A pesar de esto, estos autores señalan que a corto plazo, el efecto sobre el tipo de cambio derivado de las intervenciones diarias del Banco Central en el mercado cambiario suele ser aún mayor. Sin embargo, a medida

que los horizontes temporales son mayores, la influencia del Banco Central sobre el tipo de cambio va disminuyendo. Por tanto, cualquier agente que desee conocer la evolución futura del tipo de cambio debe poner mucha atención en los tipos de interés y en las intervenciones del Banco Central.

En el caso del análisis técnico, entre las técnicas mayormente empleadas por los agentes para la previsión del tipo de cambio destacan las medias móviles, así como otras técnicas elementales de predicción. Lui y Mole señalan que el período histórico contemplado por los agentes para el análisis técnico suele estar en torno a los doce meses, utilizando datos diarios en la mayoría de los casos (el 73%).

Finalmente, concluyen resaltando el carácter complementario del análisis técnico y del análisis de los fundamentos en la determinación del tipo de cambio, lo que se traduce en la necesidad de especificar modelos que consideren ambos enfoques si el objetivo es predecir correctamente la dinámica del tipo de cambio. Al igual que otros autores, señalan que, para predecir el tipo de cambio a largo plazo, el análisis técnico pierde utilidad, siendo los fundamentos económicos las variables determinantes del valor de equilibrio a largo plazo.

Con el mismo fin de conocer la utilización del análisis técnico en las predicciones del tipo de cambio, Oberlechner (2001) realiza un trabajo aplicado a cuatro mercados europeos (Londres, Frankfurt, Viena y Zurich), comparando posteriormente sus resultados con los obtenidos por Allen y Taylor (1990). Al igual que estos autores, Oberlechner utiliza una encuesta, la cual dirige a dos tipos de agentes: por un lado, participantes en el mercado (bancos comerciales, de inversión y bancos centrales) y por otro lado, periodistas financieros. El motivo por el cual incluye a este segundo grupo de agentes, es porque considera que éstos ejercen una influencia sobre el mercado al ser los responsables de transmitir la información económica.

La encuesta realizada por Oberlechner perseguía dos objetivos fundamentales: 1) determinar la importancia que daban al análisis técnico y a los determinantes fundamentales del tipo de cambio y 2) contrastar la “racionalidad” de los agentes que habitualmente se asume en la mayoría de los planteamientos teóricos.

Coincidiendo con Allen y Taylor (1990), la principal conclusión extraída por este autor es que ambos enfoques, análisis técnico y fundamentos del tipo de cambio, no son excluyentes entre sí, observando que la mayoría de los agentes utilizan un híbrido de ambos para la elaboración de sus predicciones, siendo muy minoritarios los casos en que se utilizan técnicas chartistas o el análisis de los fundamentos económicos de forma exclusiva. Corroborando de nuevo el trabajo de Allen y Taylor (1990), así como el de Lui y Mole (1998), Oberlechner detecta que en las predicciones a muy corto plazo y corto plazo, los agentes dan una mayor importancia relativa a las técnicas chartistas, mientras que en horizontes temporales más largos, la importancia relativa cede en favor del análisis de los fundamentos. Asimismo observa que la importancia de la utilización de las técnicas chartistas para las predicciones del tipo de cambio ha crecido en la última década.

Para contrastar la hipótesis de racionalidad, señala que los distintos participantes en el mercado (bancos comerciales y de inversión) se guían más, en sus decisiones de inversión, por su intuición que por la racionalidad. Los periodistas financieros, por el contrario, son más racionales a la hora de escribir sus artículos y justificar los cambios provocados en el mercado cambiario, es decir, utilizan más los fundamentos del tipo de cambio para justificar los movimientos en el mercado.

Uno de los resultados más importantes de este trabajo, es la clasificación que Oberlechner realiza de los agentes económicos en cuatro tipologías, los cuales se caracterizan por tener en cuenta en sus predicciones los dos enfoques, poniendo más énfasis sin embargo sobre uno de ellos: 1) “chartistas ascendentes”; 2) “fundamentalistas ascendentes”; 3) “chartistas constantes”; y 4) “agentes inversos”³⁵. De todos ellos, los chartistas ascendentes son el grupo mayoritario y se caracterizan por dar mayor importancia relativa al análisis técnico en las predicciones desde 1 día a tres meses, invirtiendo dicha proporción para las predicciones a partir de seis meses. Los fundamentalistas ascendentes se caracterizan por dar una ligera mayor importancia a las técnicas chartistas en los periodos de predicción muy cortos (un día, una semana), aumentando la importancia dada al análisis de los fundamentos en las predicciones a un

³⁵ En el texto original la denominación exacta era “inverse middle”.

mes y superiores. Los chartistas constantes son agentes que, si bien incrementan la importancia relativa dada a los fundamentos en los horizontes de predicción más amplios, en todos los casos, la utilización del análisis chartista es siempre mayor que el seguimiento de los fundamentos. Este grupo está constituido por el 16% de la muestra analizada. Por último, Oberlechner señala la existencia de un cuarto grupo al que denomina “agentes inversos”, los cuales dan más importancia al análisis de los fundamentos en las predicciones a muy corto y corto plazo, invirtiendo dicha proporción para horizontes de predicción más largos a favor del análisis chartista. Esta clasificación de los agentes evidencia la existencia de expectativas heterogéneas entre los diversos participantes en el mercado respecto al tipo de cambio futuro esperado.

Por último, y relacionado con la clasificación de los agentes económicos, Oberlechner encuentra diferencias entre los cuatro mercados analizados: en las predicciones a corto plazo (una semana, un mes y tres meses), los agentes que actúan en los mercados cambiarios de mayor tamaño (Londres y Frankfurt) dan más importancia al análisis de los fundamentos económicos que los agentes que operan en mercados más pequeños (Viena y Zurich).

Cheung y Wong (2000) realizan también una encuesta, dirigida en este caso a una extensa muestra de participantes en los mercados cambiarios de Hong Kong, Tokio y Singapur, con el fin de conocer los principales determinantes de las expectativas de los agentes respecto a la evolución del tipo de cambio; los tipos de cambio analizados fueron el dólar/marco, el dólar/yen y el dólar/libra. La encuesta realizada por estos autores no clasifica expresamente a los agentes económicos en chartistas y fundamentalistas; no obstante, los resultados obtenidos por Cheung y Wong demuestran que, el análisis técnico y los fundamentos económicos, representan la información más influyente en las expectativas de los agentes económicos respecto al tipo de cambio futuro.

Los resultados obtenidos por Cheung y Wong, subrayan, en coherencia con los resultados obtenidos por los autores anteriores, que a muy corto plazo (intradía) las variaciones del tipo de cambio apenas están relacionadas con la evolución de los fundamentos económicos; tan sólo un 5% de los consultados señalaba los fundamentos

económicos como un factor importante en la determinación de los movimientos del tipo de cambio a muy corto plazo. Por el contrario, a medio (menos de 6 meses) y largo plazo (más de seis meses), los fundamentos económicos sí aparecen como factores importantes en la evolución del tipo de cambio: así, un 80% de los consultados opinaban que, a largo plazo, los fundamentos económicos son los que más influencia ejercen sobre el valor del tipo de cambio. A corto plazo, sin embargo, la evolución del tipo de cambio aparece relacionada con factores no económicos, como por ejemplo, expectativas de arrastre, sobre-reacción ante la nueva información, especulación y negociación basada en el análisis técnico. De todos estos factores no fundamentales destaca el análisis técnico, ya que es considerado por los agentes económicos como un factor relevante en la determinación del tipo de cambio, no sólo en el corto plazo, sino también a medio y largo plazo. De hecho, el horizonte temporal para el cual el análisis técnico parece tener más influencia en las expectativas de los agentes económicos es a medio plazo, existiendo un 40% de los encuestados que señalaba que el análisis técnico es la información más importante en la determinación del tipo de cambio a medio plazo. Cheung y Wong destacan asimismo que, a largo plazo, un 20% de los encuestados consideran el análisis técnico como factor relevante en la determinación del tipo de cambio.

Independientemente de que los fundamentos económicos sean el factor más importante en la determinación del tipo de cambio a largo plazo, y que los factores no fundamentales, especialmente el análisis técnico, sean los factores predominantes en la evolución del tipo de cambio a corto y medio plazo, los participantes en el estudio realizado por Cheung y Wong, subrayan en cualquier caso la escasa predictibilidad del tipo de cambio. Sin embargo, Cheung y Wong detectan que la capacidad predictiva del tipo de cambio está relacionada con el tipo de información considerada como más relevante por los agentes económicos: así, aquellos agentes que consideran que el tipo de cambio a corto plazo es predecible se corresponden precisamente con aquellos agentes que señalan el análisis técnico como factor predominante en la determinación del tipo de cambio a corto plazo. Del mismo modo, aquellos agentes que consideran que resulta sencillo predecir el tipo de cambio a largo plazo, son precisamente aquellos agentes que consideran que son los fundamentos económicos los factores determinantes del tipo de cambio a largo plazo.

Por último, y en cuanto a la intensa volatilidad del tipo de cambio a corto plazo, la mayoría de los encuestados, señalan que el principal motivo que provoca que el tipo de cambio se desvíe del valor determinado por sus fundamentos económicos es la excesiva especulación, lo que provoca incrementos de la volatilidad. Los resultados de Cheung y Wong no dejan claro, sin embargo, cuál es el efecto sobre el tipo de cambio derivado de la intervención del Banco Central, ya que no existe un consenso generalizado entre los encuestados que permita afirmar si la intervención del Banco Central en el mercado de divisas tiene un efecto estabilizador o desestabilizador sobre el tipo de cambio.

Los resultados derivados de este trabajo, hacen que al igual que otros autores, Cheung y Wong subrayen la necesidad de especificar nuevos modelos para la determinación del tipo de cambio en los que se consideren ambos tipos de información: información basada en los fundamentos económicos e información que recoja factores no fundamentales.

Por su parte, Cheung y Chinn (1999b, 2001) realizan una encuesta dirigida, en este caso, a una muestra de agentes participantes en los mercados cambiarios de Estados Unidos, con el fin de conocer el comportamiento de dichos agentes. Estos autores analizan cómo afectan al tipo de cambio diferentes tipos de información, considerando además del análisis técnico o chartista y el análisis fundamental, los efectos sobre el tipo de cambio derivados de los flujos de órdenes y de la especulación a muy corto plazo (jobbing³⁶).

Estos autores señalan de nuevo, que la dinámica del tipo de cambio a corto plazo no está relacionada con la evolución de los fundamentos económicos, sino que más bien depende de factores como la utilización de técnicas chartistas para predecir el tipo de cambio, la existencia de expectativas de arrastre, la sobre-reacción de los agentes a la nueva información y la excesiva especulación. Al igual que Menkhoff (1997), Cheung y Chinn observan que el efecto del análisis técnico sobre el tipo de cambio no es sólo

³⁶ El "jobbing" es una estrategia consistente en que los agentes cambiarios compran y venden constantemente con el fin de obtener beneficios pequeños pero sucesivos.

importante en el corto plazo, sino que también ejerce una influencia sobre el tipo de cambio en periodos de tiempo más largos, mientras que la evolución de los fundamentos económicos sí aparece ligada expresamente a las predicciones del tipo de cambio a largo plazo. Asimismo, señalan también, que el porcentaje de agentes que utilizan el análisis técnico en sus decisiones de inversión se ha visto incrementado en los últimos años. Estos resultados hacen que Cheung y Chinn recalquen de nuevo la necesidad de considerar conjuntamente ambos enfoques, -chartista y fundamentalista-, de cara a la especificación de un modelo que permita predecir la dinámica del tipo de cambio.

En cuanto al efecto de los fundamentos económicos sobre el tipo de cambio, observan que la importancia relativa de las diferentes variables económicas analizadas no es constante a lo largo del tiempo, exigiendo por tanto la necesidad de estimar modelos con parámetros cambiantes que permitan reproducir los habituales cambios de estructura que presenta la evolución del tipo de cambio.

Cheung y Chinn señalan además que la intervención monetaria del Banco Central provoca un incremento de la volatilidad del tipo de cambio. Por último, y con el fin de contrastar una de las hipótesis básicas de partida del enfoque de activos, analizan la importancia de la condición de la paridad del poder adquisitivo como referencia para estimar la evolución del tipo de cambio, confirmando que la mayoría de los encuestados no confía en el cumplimiento de dicha condición, exceptuando en el muy largo plazo.

Finalmente y como conclusión general a los distintos trabajos analizados, se señala que los comportamientos chartista y fundamentalistas son complementarios entre sí y no excluyentes, y que, por tanto, la dinámica del tipo de cambio, tanto a corto como a largo plazo, no puede ser analizada desde un punto de vista exclusivamente técnico o únicamente basado en los fundamentos económicos, ya que la mayor parte de los agentes forman sus expectativas combinando los resultados de ambos tipos de información. Por tanto, para explicar la evolución del tipo de cambio, es necesario especificar modelos que consideren ambos enfoques. Asimismo, estos trabajos evidencian que en los horizontes de predicción más cortos, el análisis técnico (chartista) presenta una importancia relativa mayor frente al análisis de la evolución de las

variables fundamentales, incrementándose el peso de los fundamentos económicos en las previsiones a medio y largo plazo.

Junto a los trabajos, basados en encuestas, cuyo objetivo es contrastar empíricamente la participación en el mercado de agentes chartistas y fundamentalistas se han realizado otras propuestas complementarias, las cuales se analizan a continuación.

B) Evidencia empírica basada en otras técnicas diferentes a la encuesta

Como consecuencia de la falta de evidencia empírica directa del modelo chartistas-fundamentalistas propuesto por Frankel y Froot (1986), Vigfusson (1997) plantea y contrasta un modelo en el que se combinan, por un lado, las predicciones derivadas de dos fundamentos económicos, -la paridad del poder adquisitivo y un modelo de relación real de intercambio-, y por otro, la existencia de dos tipos de agentes económicos, -chartistas y fundamentalistas-.

Las principales diferencias del modelo propuesto por Vigfusson frente al inicial formulado por Frankel y Froot es que, por una parte, los agentes chartistas y fundamentalistas son agentes activos en el mercado de divisas, mientras que en el modelo de Frankel y Froot, los únicos que participaban en el mercado eran los agentes de cambio. La segunda diferencia fundamental es que, en el modelo de Frankel y Froot, la proporción de agentes chartistas y fundamentalistas en cada momento del tiempo variaba en función de la bondad de sus respectivas predicciones; en el modelo de Vigfusson se asume, por el contrario, que en cada momento del tiempo el mercado está constituido totalmente por agentes chartistas o por agentes fundamentalistas. Esta característica del modelo de Vigfusson implica la necesidad de estimar, en cada momento, la probabilidad de ser chartista o fundamentalista, la cual queda determinada por lo que el agente económico ha sido en el periodo anterior. La metodología elegida por Vigfusson para realizar el contraste empírico de su planteamiento, es la estimación de un modelo de Markov con saltos de régimen.³⁷

³⁷ Switching Markov regime model. Los modelos de Markov con saltos de régimen, son modelos no lineales, en los que la variable endógena puede tomar dos estados diferentes. En cada uno de los estados,

Según el trabajo de Vigfusson, la predicción realizada por los fundamentalistas depende, en primer lugar de la desviación del tipo de cambio corriente respecto a un valor de equilibrio, así como del tipo de interés interno:

$$\Delta e_{t+1}^{e,f} = f + \theta(\bar{e}_t - e_t) + \beta i_t + \varepsilon_{t+1}^f$$

Como se mencionó anteriormente, Vigfusson estima el tipo de cambio de equilibrio de dos formas alternativas: a partir de la condición de la paridad del poder adquisitivo y, a partir de un modelo basado en la relación real de intercambio, en el que se evalúa el precio de las exportaciones de bienes energéticos y no energéticos respecto al precio de las importaciones de manufacturas.

Por su parte, los agentes chartistas realizan sus predicciones del tipo de cambio a partir de los valores retardados del tipo de cambio actual, así como de otras variables. En concreto, la predicción de los chartistas viene determinada por una media móvil a corto plazo (14 días) y una media móvil a largo plazo (200 días), considerando también el efecto sobre el tipo de cambio del tipo de interés interno. La regla de comercio considerada es que, si la media móvil a corto plazo se sitúa por encima de la media móvil a largo plazo, los agentes chartistas comprarán la divisa, vendiéndola en el caso contrario. Así, las previsiones de los chartistas quedan explicitadas según la siguiente expresión:

$$\Delta e_{t+1}^{e,ch} = c + \psi_{14}ma_{14} + \psi_{200}ma_{200}(e_t) + \Gamma i_t + \varepsilon_{t+1}^{ch}$$

En cuanto a los resultados del modelo, Vigfusson señala, en primer lugar, que no se detectan diferencias significativas entre los resultados derivados de los dos modelos fundamentalistas considerados (PPA y relación real de intercambio). En relación a las predicciones realizadas por los agentes chartistas, observa que los resultados mejoran cuando se utilizan modelos de medias móviles (MA) frente a los modelos

la dinámica de la variable endógena se comporta siguiendo un modelo lineal autorregresivo. La variable estado, no observable, que define el régimen o estado en que se encuentra la variable endógena, se determina a partir de un proceso de Markov.

autorregresivos, observando asimismo que los modelos de medias móviles son los más comunes entre los agentes chartistas, ya que sus predicciones llevan asociada una menor varianza.

Aplicando el modelo Vigfusson y utilizando de nuevo un modelo de Markov con saltos de régimen, Ahrens y Reitz (2000) encuentran evidencia empírica que sustenta el modelo de chartistas y fundamentalistas de Frankel y Froot, aplicando dicho modelo a la evolución del tipo de cambio a plazo diario dólar/marco durante el periodo 1982-1998. La principal diferencia del modelo propuesto por Ahrens y Reitz frente al de Vigfusson, es que, estos autores, no incluyen el tipo de interés en las respectivas previsiones de los agentes chartistas y fundamentalistas, por considerar que el efecto del tipo de interés sobre el tipo de cambio está ya incluido al analizar el tipo de cambio a plazo. Ahrens y Reitz contrastan los resultados del modelo de Markov con saltos de régimen en el que los estados de la variable explicativa vienen determinadas por el modelo chartistas-fundamentalistas, frente a un modelo de Markov con saltos de régimen en el que el estado de la variable viene determina, bien por una constante diferente en cada régimen, o bien, añadiendo a dicha constante un término autorregresivo de orden uno.

Los resultados de Ahrens y Reitz son concluyentes al evidenciar la validez del modelo chartistas-fundamentalistas, obteniendo, no sólo parámetros significativos para las variables determinantes de las previsiones de chartistas y fundamentalistas, sino que, además, los niveles de confianza obtenidos para el modelo C&F³⁸, son mejores que los derivados de los otros modelos contrastados. No obstante, los resultados de Ahrens y Reitz, coincidiendo asimismo con Vigfusson, muestran que cuando el tipo de cambio está determinado por las previsiones de los fundamentalistas, la volatilidad del tipo de cambio es mucho mayor que éste viene determinado por los agentes chartistas. En todos los modelos estimados, la duración de los dos estados, es de aproximadamente 25 días para los fundamentalistas y 45 días para los chartistas. Adicionalmente, Ahrens y Reitz estiman el modelo por submuestras, corroborando los resultados derivados del modelo para la muestra completa.

³⁸ Los niveles de confianza obtenidos son del 95% y 99% para el modelo C&F y para el modelo C&F con término autorregresivo, respectivamente.

Manteniendo la diferenciación de los agentes en chartistas y fundamentalistas, pero, añadiendo un tercer grupo de agentes adicional denominados “simpletons”, Pilbeam (1995) realiza una simulación a partir de datos trimestrales de los tipos de cambio bilaterales respecto al dólar de la libra, el yen, el marco alemán y el franco francés durante el periodo 1974-1994. La simulación consistía en contrastar, para cada uno de los tres grupos de agentes, el éxito de sus correspondientes predicciones.

Adicionalmente Pilbeam considera que cada uno de estos tres grupos de agentes está formado a su vez por agentes heterogéneos que utilizan distintos modelos específicos para realizar sus predicciones respecto al tipo de cambio. Así, los agentes fundamentalistas basan sus expectativas en los fundamentos económicos del tipo de cambio, sin embargo, hay un grupo de fundamentalistas que utiliza el modelo monetario de precios flexibles, otro grupo utiliza el modelo monetario de precios rígidos y un tercer grupo de agentes fundamentalistas utiliza el modelo de equilibrio de cartera. Es importante señalar que, en el caso de los agentes fundamentalistas, se asume que éstos predicen perfectamente el valor de las explicativas, ya que la simulación se realiza *ex post* y por tanto se utilizan datos realizados de dichas variables.

Por su parte, los agentes chartistas son individuos que basan sus expectativas en la evolución pasada del tipo de cambio; sin embargo, no todos los agentes chartistas utilizan el mismo horizonte histórico. Así, un primer grupo de agentes chartistas forma sus expectativas en función de lo que ha pasado en el periodo inmediatamente anterior (chartistas 1) lo que implicará que si en el periodo anterior el tipo de cambio se apreció, ellos esperarán una apreciación del tipo de cambio. Un segundo grupo de agentes chartistas prevén el tipo de cambio futuro según la variación neta del tipo de cambio en los dos periodos inmediatamente anteriores (chartistas 2) y un último grupo de agentes chartistas utilizan para sus previsiones la variación neta del tipo de cambio durante los últimos tres periodos (chartistas 3).

El tercer grupo de agentes, los denominados “simpletons”, son individuos que forman sus expectativas del tipo de cambio en función de reglas simples de compraventa. En este caso, también se consideran tres agentes distintos: en primer lugar

estarían los denominados “simpletons extranjeros”, los cuales invierten su dinero en activos extranjeros con la finalidad de obtener el rendimiento de dichos activos incrementado o minorado por la apreciación/depreciación de la divisa extranjera; en segundo lugar estarían los “highest simpletons”, los cuales invierten su dinero en aquellos activos que en el período inmediatamente anterior han obtenido el mayor rendimiento (considerando tanto el tipo de interés como la variación del tipo de cambio); y por último, un tercer tipo de estos agentes serían los “random walk simpletons”, los cuales forman sus expectativas del tipo de cambio asumiendo que éste sigue un paseo aleatorio.

Para los tres grupos de agentes, -fundamentalistas, chartistas y simpletons-, Pilbeam asume que todos ellos buscan obtener la máxima rentabilidad para sus activos, considerando la inexistencia de prima de riesgo. No obstante, la mayoría de los agentes económicos no confían en que, en cada momento, se mantenga de condición de la paridad no cubierta de intereses, y por tanto, creen que pueden obtener ganancias derivadas de las correspondientes tasas esperadas de depreciación o apreciación. Así, una de las hipótesis de partida que utiliza este autor es que, tanto si los agentes prevén una depreciación como una apreciación de la divisa interna, ésta será siempre mayor al diferencial de intereses, lo que les motivará para alterar la composición de sus carteras buscando la obtención de ganancias derivadas de la variación del tipo de cambio. Pilbeam asume asimismo, que cuando un agente económico ve un beneficio potencial, traslada la totalidad de sus activos a aquella divisa que le proporcione un mayor rendimiento³⁹.

Además de los tres grupos de agentes considerados, la simulación considera tres agentes adicionales: un agente “perfecto”, el cual predice siempre correctamente la variación del tipo de cambio, un agente que no quiere asumir ningún riesgo de cambio y por tanto siempre invierte en activos denominados en la moneda interna (el dólar), y finalmente un agente ecléctico, cuyas predicciones se derivan de la predicción mayoritaria de los nueve agentes principales (fundamentalistas, chartistas y simpletons).

³⁹ En la simulación realizada por Pilbeam, se asume la existencia de unos costes de transacción del 0.2% de la compraventa.

En cuanto a los resultados obtenidos, Pilbeam observa que con el horizonte temporal contemplado, tres meses, no existen diferencias significativas entre las predicciones de los chartistas y fundamentalistas, ni en términos de rendimiento ni de riesgo (medido por la variabilidad), incluso habiendo asumido la ventaja de “expectativas perfectas” en el caso de los agentes fundamentalistas. Ello implica, que a corto plazo, un inversor que utilice reglas simples de compraventa para tomar sus decisiones de inversión, podría obtener resultados similares e incluso mejores que los derivados de la aplicación de técnicas chartistas o cualquiera de los modelos teóricos considerados.

Otro resultado importante derivado del trabajo de Pilbeam, es que en un buen número de los casos analizados, los mayores rendimientos aparecen asociados con la menor variabilidad (menor riesgo), oponiéndose a la creencia común de que las mayores rentabilidades van siempre asociadas a los mayores niveles de riesgo. La explicación que ofrece Pilbeam a este hecho, es que en presencia de información imperfecta y en situaciones de incertidumbre, la relación mayor rentabilidad-mayor riesgo, no tiene por qué darse necesariamente.

Asimismo, si bien no encuentra diferencias estadísticas significativas entre las predicciones de los grupos de agentes considerados, -fundamentalistas, chartistas y “simpletons”-, dentro de cada uno de los grupos, sí se observan diferencias entre los individuos que lo componen en función del modelo específico empleado para sus estimaciones. Así, los individuos que mejores resultados obtienen medidos en términos de mayores rendimientos son los chartistas de tipo 1 y 3 y los agentes simpletons denominados como “highest simpletons”. Pilbeam observa, también, diferencias en los resultados de los agentes atendiendo a los periodos muestrales considerados; en este sentido, durante el periodo 1974-87, las mejores predicciones son las realizadas por los agentes chartistas. En cambio, en el periodo siguiente, 1987-93, resultan más útiles los modelos teóricos basados en los fundamentos económicos.

Pilbeam concluye finalmente que para mejorar los modelos para la determinación del tipo de cambio, deberían tenerse en cuenta tanto las técnicas chartistas como los modelos teóricos estructurales, poniendo más énfasis en las técnicas

chartistas en aquellos periodos en los que los fundamentos económicos tienen escasa influencia sobre la dinámica del tipo de cambio, y por el contrario, poner más énfasis en el análisis fundamental del tipo de cambio en los periodos en los que los fundamentos del tipo de cambio parecen tener una clara influencia en la evolución del tipo de cambio.

Sin embargo, Pilbeam no aporta ningún indicador que permita diferenciar en qué periodos son los fundamentos económicos o el análisis chartista más importantes en la evolución del tipo de cambio. Ante esta carencia, sí sería razonable utilizar la situación económica global como indicador para diferenciar dichos periodos, ya que en aquellos momentos de desaceleración económica, caracterizados por un alto grado de incertidumbre, los agentes económicos prestan mucha atención a cualquier cambio que pueda producirse en la evolución de los fundamentos económicos, y por tanto, sería lógico pensar que precisamente en esos periodos de desaceleración económica, la importancia relativa del análisis fundamental para determinar el tipo de cambio debería ser mayor que la importancia del análisis técnico. Por el contrario, los periodos de expansión económica en los que la incertidumbre es menor, los agentes económicos se relajan gracias a la confianza que tienen en la coyuntura económica, y por tanto ponen más atención en métodos “menos razonables” (técnicas chartistas) para realizar sus predicciones sobre el tipo de cambio, haciendo por tanto, que en estos periodos, sea la evolución pasada del tipo de cambio la que determine su dinámica.

De acuerdo con otros autores, -Allen y Taylor (1990,1992), Oberlechner (2001)- Pilbeam sí señala que en las predicciones a muy corto plazo del tipo de cambio, el análisis técnico o chartista sí tiene mayor importancia relativa que el análisis fundamental.

La segunda clasificación de los agentes económicos, utilizada para justificar la existencia de expectativas heterogéneas, ha sido distinguir a los agentes entre agentes con información incompleta o no racionales (*noise traders*) y agentes con información completa o agentes racionales. Estos modelos explican que el tipo de cambio puede alejarse significativamente del valor determinado por sus fundamentos económicos, como consecuencia de la participación en el mercado de dichos agentes con información incompleta, provocando una alta volatilidad del tipo de cambio. A esta segunda

clasificación, muy similar a la clasificación chartistas-fundamentalistas, se le dedica el siguiente apartado.

III.3.2. Noise traders y agentes racionales

Una ampliación a la clasificación inicial, propuesta por Frankel y Froot (1986), de agrupar a los agentes económicos en agentes chartistas y fundamentalistas, es agrupar a los agentes participantes en el mercado en “agentes racionales” o agentes con información completa y “noise traders”. La denominación de los agentes económicos como *noise traders* tiene su origen en Kyle (1985), quien los definió como agentes que no disponen de información completa y que, por tanto, su participación en el mercado da lugar a un comportamiento aleatorio del precio del activo. No obstante, las definiciones posteriores para este grupo de agentes han sido numerosas y diversas, por lo que, como señala Osler (1998a), resulta más sencillo definir a los “noise traders” como lo que no son, en lugar de definirlos como lo que son. Así, Osler⁴⁰ los define como “*aquellos agentes que no utilizan, de forma racional, la nueva información referida al valor de los activos*”.

Algunos autores identifican a los “noise traders” con los denominados agentes chartistas (Kilian y Taylor (2000), Bauer y Herz (2002, 2003)); otros, en cambio, los definen como agentes que forman sus expectativas a partir de información no relacionada con los fundamentos económicos, incluyendo además de las previsiones derivadas del análisis técnico, otro tipo de información como, por ejemplo, los rumores del mercado (“*el sentimiento del mercado*”), los comentarios de gurús, etc. Otros investigadores identifican a los *noise traders* o agentes con información incompleta, con aquellos que utilizan información conocida respecto a los fundamentos económicos, complementándola con la información derivada del análisis técnico (Jeanne y Rose, 1999, Bauer y Herz, 2003).

Como adelantábamos anteriormente, aunque las definiciones y matices relativos al concepto de los *noise traders* son variadas y no existe un consenso común entre

⁴⁰ “...noise trading is not rationally based on the arrival of new information about asset values”.

investigadores, sí existe cierto acuerdo en relación al efecto que tienen este tipo de agentes sobre el mercado de divisas y la dinámica del tipo de cambio. Así, la conclusión generalizada que puede extraerse de los modelos teóricos basados en la participación en el mercado de agentes con información incompleta junto a agentes racionales, es que, cuando el número de agentes no racionales en el mercado es elevado, dado que sus expectativas respecto al tipo de cambio no están basadas en los determinantes fundamentales, provocan que el tipo de cambio se aleje respecto a su valor de equilibrio, generando asimismo un exceso de volatilidad en el precio de la divisa.

A continuación, al igual que se hizo con el planteamiento de chartistas y fundamentalistas, se realiza una revisión de los principales modelos y aportaciones desarrolladas a partir de la clasificación de los agentes económicos en noise traders y agentes racionales, comenzando por el más significativo de todos ellos, el desarrollado por De Long, Shleifer, Summers y Waldmann (1990), para continuar posteriormente con el modelo de Kilian y Taylor (2001, 2003), Jeanne y Rose (1999) y Balmer y Herz (2002, 2003). De nuevo, al igual que se hizo con la clasificación anterior, el apartado continúa con la evidencia empírica, apoyada nuevamente en encuestas.

▪ **Modelo de De Long, Shleifer, Summers y Waldmann**

Entre los modelos teóricos basados en la clasificación de los agentes económicos en noise traders y agentes racionales, destaca, por su importante repercusión y extensiones posteriores, el modelo propuesto por De Long, Shleifer, Summers y Waldmann (1990). Estos autores desarrollan un modelo en el que explican que el tipo de cambio se puede alejar significativamente del valor determinado por sus fundamentos económicos, debido a la existencia en el mercado de un riesgo adicional al riesgo derivado de los propios fundamentos. Este riesgo, se debe a la participación en el mercado, junto a los agentes racionales, de un grupo de agentes “no racionales” (*noise traders*), cuyas expectativas respecto al valor del tipo de cambio son incorrectas y aleatorias, haciendo que la evolución del tipo de cambio sea muy volátil e impredecible.

Según estos autores, en el mercado participan dos grupos de agentes diferentes: inversores sofisticados, los cuales son agentes racionales que basan sus expectativas en los fundamentos del tipo de cambio, y agentes no racionales (*noise traders*), los cuales creen, erróneamente, que poseen información especial sobre el precio de los activos y, por tanto, forman sus expectativas en función, no de los fundamentos económicos, sino utilizando otro tipo de información, como el análisis técnico, los comentarios de gurús o la evolución de los índices de confianza. La interacción en el mercado de estos dos grupos de agentes, da lugar a que los inversores sofisticados se comporten como arbitrajistas, comprando activos cuando su precio ha bajado como consecuencia del comportamiento de los *noise traders*, y vendiendo activos, por el contrario, cuando el comportamiento de los agentes no racionales ha hecho que el precio del activo se sitúe por encima de su valor de equilibrio.

Partiendo de la hipótesis de que los inversores racionales tienen aversión al riesgo, la participación en el mercado cambiario de este grupo de agentes no racionales, genera un riesgo adicional al derivado de los propios fundamentos económicos: este riesgo se deriva precisamente de que la opinión de los *noise traders* provoca que el tipo de cambio se aleje del valor determinado por los fundamentos. Si, en un momento determinado, los agentes no racionales se muestran pesimistas respecto al precio de un activo, su participación en el mercado provocará que el precio de dicho activo disminuya. En este caso, si un arbitrajista decide comprar el activo, debe tener en cuenta que existe el riesgo de que los agentes no racionales sean aún más pesimistas, lo que hará que, a corto plazo, el precio del activo continúe disminuyendo, por lo que si el arbitrajista decide vender el activo antes de que el precio se recupere, obtendrá una pérdida.

Del mismo modo, si los agentes no racionales se muestran optimistas respecto al precio de un activo y un arbitrajista decide vender dicho activo, el arbitrajista debe tener en cuenta el riesgo derivado de que los *noise traders* sean aún más optimistas, lo que hará que el precio del activo continúe aumentando y por tanto, si posteriormente desea volver a comprar el activo, tendrá que pagar un precio mayor que el que obtuvo por la venta.

A este riesgo adicional, De Long, Shleifer et al. (1990) lo denominan riesgo de especulación no racional (*noise trader risk*), señalando que debe tenerse en cuenta por aquellos arbitrajistas o inversores racionales cuyo horizonte de actuación sea el corto plazo.

Asimismo, el riesgo derivado de los cambios de opinión aleatorios de estos agentes no racionales, incrementa la posibilidad de que aquellos agentes no racionales que, en promedio, son optimistas puedan obtener mayores rentabilidades que los inversores sofisticados. Según estos autores, esto se debe a que la existencia del riesgo de especulación no racional hace menos atractivos los activos para aquellos inversores aversos al riesgo, provocando así que el precio de éstos disminuya aún más. Si en promedio, los *noise traders* sobrevalúan la rentabilidad esperada, o bien, subestiman el riesgo, invertirán en aquellos activos más arriesgados, obteniendo así mayores ganancias que los agentes racionales. Por tanto, la participación en el mercado de agentes no racionales, permite que éstos últimos puedan obtener mayores ganancias aún, derivadas, precisamente, del riesgo adicional que ellos mismos generan. Por otra parte, la intervención en el mercado de estos agentes tiene implicaciones sobre el precio de los activos, ya que al resultar impredecible el comportamiento de los agentes no racionales, el precio de los activos se vuelve excesivamente volátil.

Finalmente, el modelo propuesto por De Long et al. sugiere que el comportamiento de los inversores sofisticados, o inversores racionales, se deriva, más que del análisis de los fundamentos económicos, de la respuesta de dichos agentes ante el comportamiento de los agentes no racionales. Así, muchos inversores racionales intentan predecir las pseudoseñales seguidas por los *noise traders* con el fin de apostar contra ellos y poder obtener así mejores rentabilidades.

Tomando como punto de partida los argumentos del trabajo previo de De Long, Shleifer, et al (1990), Shleifer y Summers (1990) plantean un enfoque alternativo a la hipótesis de eficiencia del mercado. Dicho enfoque se basa en las percepciones o sentimientos del mercado, consiguiendo explicar de un mejor modo, frente a la hipótesis de eficiencia del mercado, el funcionamiento de los mercados financieros. Shleifer y Summers asumen, de nuevo, que no todos los agentes que participan en el mercado son

completamente racionales, señalando que existen inversores no racionales (*noise traders*) que basan sus expectativas y, por tanto, su demanda de activos en función de sus intuiciones, las cuales no están relacionadas con la información relativa a los fundamentos económicos. Asimismo, demuestran que la participación en el mercado de estos agentes no racionales, provoca que el arbitraje resulte arriesgado, quedando por tanto limitado. Estas dos hipótesis implican que, al existir más riesgo en el mercado, cualquier cambio en la percepción del mercado por parte de los inversores no racionales, no pueda ser contrarrestado por los arbitrajistas, afectando así a las rentabilidades obtenidas por éstos.

▪ Modelo de Kilian y Taylor

Siguiendo con la misma clasificación, Kilian y Taylor (2001) desarrollan un modelo no lineal para el tipo de cambio basado en relaciones de equilibrio derivadas de la teoría económica. En el caso de estos autores, se asume que la principal no linealidad del tipo de cambio se deriva de la participación en el mercado de dos tipos de agentes, que al igual que De Long, Shleifer et al. (1990) y Shleifer y Summers (1990) clasifican en: “agentes no racionales o *noise traders*” y “especuladores racionales”. Según el planteamiento de Kilian y Taylor (2001), los agentes no racionales se corresponden con lo que otros autores denominan *chartistas*, ya que estiman el tipo de cambio futuro utilizando el análisis técnico, mientras que los especuladores racionales se corresponden con los denominados *fundamentalistas*, ya que estiman el tipo de cambio futuro a partir de la desviación del tipo de cambio corriente frente a su valor de equilibrio, determinado a partir de sus fundamentos.

El modelo planteado por Kilian y Taylor contempla la existencia en el mercado de tres fuentes de riesgo: la primera se deriva de la posibilidad de que la evolución de los fundamentos sea distinta de la que se había previsto; la segunda se deriva de la probabilidad de que una divisa que esté sobrevalorada o infravalorada continúe su tendencia apreciatoria o depreciatoria, como consecuencia de la actuación en el mercado de los *noise traders*. El tercer riesgo es la consecuencia de la incertidumbre existente entre los especuladores racionales respecto al valor de equilibrio del tipo de cambio, dando lugar a expectativas heterogéneas sobre dicho valor. No obstante, Kilian y Taylor

afirman que cuando el tipo de cambio corriente se encuentra muy alejado de su valor de equilibrio, independientemente de que los agentes no estén de acuerdo respecto a dicho valor, existirá un alto grado de consenso entre los agentes de que ciertamente la divisa está sobrevalorada o infravalorada, de tal modo que éstos asignarán una baja probabilidad al hecho de que dicho diferencial se mantenga en el tiempo, tomando así posiciones en el mercado que permitan finalmente que el tipo de cambio modifique su tendencia y se reoriente hacia su valor de equilibrio. Por el contrario, cuando el tipo de cambio se encuentra cerca del equilibrio, muchos agentes racionales pensarán que la divisa está sobrevalorada, y otros tantos, opinarán que está infravalorada. En este caso, la influencia sobre el tipo de cambio de los noise traders será mayoritaria, dando lugar a movimientos aleatorios del tipo de cambio en torno a su valor de equilibrio, dificultando de este modo la posibilidad de predicción del mismo.

La especificación del modelo planteada por Kilian y Taylor parte de las desviaciones registradas en el pasado entre el tipo de cambio corriente y su valor de equilibrio, realizando la estimación utilizando un modelo autorregresivo de transición suave exponencial (modelo ESTAR), coincidiendo con Taylor y Peel (2000), quienes demostraban empíricamente que este resultaba un modelo adecuado para explicar la dinámica del tipo de cambio. La definición elegida por estos autores para determinar el valor de equilibrio es la paridad del poder adquisitivo.

Frente a las conclusiones obtenidas por Meese y Rogoff (1983b), la especificación no lineal del modelo les permite obtener mejores resultados predictivos que los derivados del paseo aleatorio, para un horizonte temporal de dos o tres años. En concreto, analizan, utilizando datos trimestrales, el tipo de cambio frente al dólar de las divisas de Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Suiza y Reino Unido. Para seis de estos siete países y con un nivel de confianza del 90%, consiguen rechazar la hipótesis de paseo aleatorio. Sin embargo, en el corto plazo, concluyen afirmando la gran dificultad de mejorar los resultados del paseo aleatorio, debido a que, como consecuencia de la participación en el mercado de los noise traders, cuando el tipo de cambio está cerca de su valor de equilibrio, el tipo de cambio se vuelve más aleatorio y menos predecible y, adicionalmente, si se consiguieran modelizar correctamente las no

linealidades presentadas por el tipo de cambio, la escasez de datos suficientes no permite poder obtener predicciones correctas a corto plazo.

▪ **Modelo de Jeanne y Rose**

En un interesante trabajo, Jeanne y Rose (1999) analizan el efecto sobre el tipo de cambio de equilibrio en diferentes sistemas de tipo de cambio, derivado de la participación en el mercado de agentes no racionales, demostrando que la participación de este tipo de agentes puede llevar a un equilibrio múltiple, siendo posible disminuir la volatilidad del tipo de cambio a partir de la aplicación de una correcta política monetaria que no tiene por qué afectar a los fundamentos macroeconómicos.

La propuesta realizada por estos autores parte de los resultados obtenidos por Mussa (1986), quien demostraba empíricamente que la volatilidad del tipo de cambio nominal y real variaba sustancialmente con el régimen de tipos de cambio, mientras que la evolución de los fundamentos económicos no presentaba esa misma característica. Para explicar los resultados encontrados por Mussa, Jeanne y Rose proponen un modelo en el que combinan, por una parte, el enfoque monetario de tipos de cambio y, por otro, la propuesta original de De Long, Schleifer et al. (1990), es decir, asumiendo la participación en el mercado de agentes no racionales (noise traders) junto a agentes racionales. La introducción de noise traders al modelo les permite mejorar significativamente la capacidad explicativa del modelo.

En el modelo de Jeanne y Rose, el tamaño del componente de ruido es determinado de forma endógena, dependiendo éste de las decisiones de los agentes no racionales (noises traders) respecto a si participar o no en el mercado. Estas decisiones dependen a su vez de la volatilidad del tipo de cambio, así como del riesgo asociado a la inversión en bonos extranjeros.

El modelo monetario del que parten estos autores es el modelo monetario de precios flexibles, por lo que la paridad del poder adquisitivo se mantiene en todo momento. Se asume además que el país interno se encuentra en una situación estable y

por tanto la oferta monetaria, nivel de precios y tipos de interés permanecen constantes. Así, el tipo de cambio viene determinado por:

$$e_t = (m - m_t^*) + \alpha(i - i_t^*)$$

Los inversores son aversos al riesgo y, por tanto, exigen una prima adicional para mantener bonos en moneda extranjera.

Los agentes económicos deben decidir cómo distribuir su riqueza financiera, entre activos internos y activos extranjeros. Se parte de una situación inicial en la que los inversores tienen las mismas tenencias y mismas preferencias, pero sus habilidades para comerciar en el mercado son diferentes. Mientras que un conjunto de agentes tienen información completa (agentes racionales) y, por tanto, conocen el riesgo y la rentabilidad de los distintos activos, otro conjunto de agentes, los agentes no racionales (noise traders⁴¹), no tienen información completa y por tanto tienen que asumir un coste adicional a la hora de tomar sus decisiones de inversión en bonos extranjeros.

Según esto, un agente decidirá si invertir en bonos extranjeros, siempre y cuando, la inversión incremente su utilidad, es decir, si:

$${}_{t-1}U_t^{e,j}|\delta_t^j = 1 \geq {}_{t-1}U_t^{e,j}|\delta_t^j = 0$$

Además, cada inversor toma la decisión de inversión antes de que sean conocidas las medidas de política monetaria, por tanto, un inversor decide invertir en bonos extranjeros en el periodo t utilizando la información conocida en el periodo $t-1$.

Cada inversor debe optimizar su utilidad con el fin de obtener una mayor riqueza financiera:

⁴¹ En el trabajo de Jeanne y Rose (1999) los noise traders son definidos como agentes que compran y venden divisas según siguiendo sus intuiciones, efectos de arrastre e influencias basadas en variables no fundamentales.

$$W_{t+1}^j = (1 + i)W + \delta_t^j (b_t^j \rho_{t+1} - c_j)$$

donde b_t^j representa la cantidad de bonos extranjeros comprados por el agente j , c_j es el coste fijo que asumen los agentes no racionales por participar en el mercado⁴² y la variable δ_t^j es la que determina si el agente j ha decidido invertir (en cuyo caso valdrá uno), o si por el contrario ha decidido no invertir (en cuyo caso valdrá cero).

El rendimiento de los bonos extranjeros viene determinado por:

$$\rho_{t+1} = i_t^* + (e_{t+1} - e_t) - i$$

En el caso de los agentes racionales, el rendimiento esperado es común para todos ellos, siendo ρ_{t+1}^e , mientras que en el caso de los agentes racionales el rendimiento esperado por cada agente j depende de la prima de riesgo media, más un componente de ruido que se comporta aleatoriamente (v_t).

Al contrario que en el modelo de De Long et al. (1990), los agentes no racionales de este modelo no cometen un error de predicción sistemático en sus predicciones sobre los rendimientos esperados. En el modelo de Jeanne y Rose, el tamaño de los errores cometidos por los agentes no racionales depende de la incertidumbre económica, determinada a partir de la volatilidad del tipo de cambio, de tal forma que:

$$\text{Var}(v) = \lambda \text{Var}(e) \quad \lambda > 0$$

El modelo propuesto por estos autores les permite demostrar que, efectivamente, en un sistema de tipos de cambio flexibles, existen incentivos en el mercado que atraen la participación en dicho mercado de noise traders, incrementando el riesgo de variabilidad del tipo de cambio, lo que a su vez incrementa los rendimientos futuros

⁴² Este coste que asumen los "noise traders" es la consecuencia de la menor información de la que disponen, tasas y otros factores.

potenciales asociados a un activo. Como solución y con el fin de controlar la variabilidad del tipo de cambio, Jeanne y Rose proponen el establecimiento de una zona objetivo, siguiendo el planteamiento de Krugman y Miller (1993), ya que en una zona objetivo, y siempre y cuando la política monetaria sea creíble, los beneficios potenciales asociados a la variabilidad del tipo de cambio disminuyen, desalentando consecuentemente la entrada en el mercado de agentes no racionales (noise traders) y disminuyendo así la variabilidad del tipo de cambio dentro de los límites de la banda de la zona objetivo.

Finalmente, con el fin de contrastar empíricamente la relación entre la variabilidad del tipo de cambio y el volumen de comercio, analizan durante el periodo 1973-1989, la variabilidad de los tipos de cambio anuales frente al dólar de la libra esterlina, el dólar canadiense, el marco alemán, la lira italiana, el yen, el peso mejicano, el franco suizo, el franco francés, el guilden de Dinamarca y el dólar australiano. El modelo contrastado inicialmente por estos autores, consistió en estimar, mediante mínimos cuadrados ordinarios, la volatilidad anual⁴³ de cada uno de los tipos de cambio considerados, en función del volumen de comercio; no obstante, los resultados derivados de esta estimación, a pesar de que la variable explicativa ofrecía el signo positivo, no resultaron significativos. Por este motivo, realizan una nueva estimación utilizando como variable instrumental⁴⁴ la distancia métrica entre Estados Unidos y cada uno de los países analizados, consiguiendo en este caso resultados favorables, tanto en signo como en significatividad, demostrando así que la volatilidad del tipo de cambio viene determinada por el volumen de comercio.

▪ Modelo de Bauer y Herz

A partir del modelo de Jeanne y Rose, Bauer y Herz (2002, 2003) plantean una extensión del mismo en el que, de nuevo, se combina el enfoque monetario tradicional con el basado en la heterogeneidad de agentes⁴⁵ expuesto por De Long et al. (1990), que asume la existencia de un componente de ruido o componente no fundamental en la

⁴³ Para calcular la volatilidad anual de cada uno de los tipos de cambio, utilizan la media de la desviación típica mensual.

⁴⁴ Observan una alta correlación entre la variable instrumental y la variable volumen de comercio.

⁴⁵ "Noise trading approach".

volatilidad del tipo de cambio. La principal diferencia del modelo de Bauer y Herz frente al original, es que éstos explicitan el origen del componente de ruido del modelo (derivado de la heterogeneidad de agentes), de tal forma que éste es la consecuencia de la utilización del análisis técnico por parte de un conjunto de agentes que tienen información incompleta, con el fin de predecir el tipo de cambio. Estos agentes, con información incompleta respecto a los fundamentos económicos, compensan su falta de información utilizando la nueva información, relativa a la evolución del tipo de cambio, para formar sus predicciones del mismo. Bauer y Herz denominan a éstos como agentes *chartistas*⁴⁶, correspondiéndose con los agentes no racionales o no informados (*noise traders*) del modelo de Jeanne y Rose.

Otra diferencia del modelo de Bauer y Herz, es que permiten desviaciones del tipo de cambio respecto de la paridad del poder adquisitivo, lo que supone introducir el tipo de cambio real en la ecuación monetaria del tipo de cambio, $e_t = m_t - m_t^* + \alpha(i_t - i_t^*) + q_t$, donde q es el tipo de cambio efectivo real, el cual se distribuye siguiendo un paseo aleatorio.

Al igual que Jeanne y Rose, los agentes participantes en el mercado tienen aversión al riesgo. Los agentes *chartistas*, tienen información incompleta respecto a los fundamentos económicos y por tanto, utilizan además de la información conocida respecto a los fundamentos, el análisis técnico para formar sus expectativas respecto al tipo de cambio; y por otro lado, agentes *fundamentalistas*, los cuales tienen información completa y, por tanto, forman sus expectativas siguiendo un esquema racional basado en los fundamentos económicos del tipo de cambio.

En el modelo se asume que el país interno es pequeño en relación al país externo y, por tanto, el equilibrio del mercado viene determinado por las decisiones de inversión de los agentes externos. En este contexto, cada agente económico tiene que optimizar la composición de su cartera, suponiendo que la oferta de bonos nacionales es fija. Partiendo de esta restricción, cada agente debe decidir, en primer lugar, si participar o

⁴⁶ Aunque Bauer y Herz clasifican a los agentes en *chartistas* y *fundamentalistas*, han sido incluidos en este apartado, porque estos autores explícitamente identifican a los agentes *chartistas* con los mismos agentes que Jeanne y Rose (1999) denominaron “*noise traders*”.

no participar en el mercado, decisión que tomará en función de su nivel de información; una vez que haya decidido participar en el mercado, deberá decidir la cuantía de su inversión.

La composición óptima de las carteras de los agentes depende del rendimiento esperado de los bonos nacionales frente a los extranjeros. Por tanto, las inversiones dependen del tipo de cambio esperado, del diferencial de intereses y del riesgo asociado a la inversión. Lo que diferencia a los agentes chartistas frente a los fundamentalistas, son tanto sus diferentes expectativas sobre el rendimiento relativo esperado de los bonos nacionales frente a los extranjeros, como por los diferentes costes de entrada al mercado. Mientras que los agentes chartistas asumen un coste de entrada al mercado por su falta de información, los fundamentalistas no tienen que asumir dicho coste.

Así, el exceso de rendimiento de las inversiones en bonos nacionales frente a los bonos extranjeros esperado por los agentes fundamentalistas se basa únicamente en aspectos fundamentales, de tal forma que:

$$\rho_{t+1}^{e,f} = \rho_{t+1}^e = i_t - i^* - (e_{t+1}^e - e_t)$$

Por su parte, el exceso de rendimiento esperado por los agentes chartistas se basa, por un lado, en la información relativa a los fundamentos conocida en el periodo $t-1$ y, por otro, en la aplicación del análisis técnico para conocer la tendencia del tipo de cambio:

$$\begin{aligned} \rho_{t+1}^{e,ch} &=_{t-1} (\rho_{t+1}^e) + (1-\mu)t_t + v_t & 0 < \mu < 1 \\ t_t &= \frac{1}{n}(e_{t-1} - e_{t-1-n}) \end{aligned}$$

donde v_t es una perturbación aleatoria y t_t es la tendencia del tipo de cambio, correspondiéndose con una media móvil de los valores pasados del tipo de cambio. El parámetro μ indica el grado de intervención del Banco Central en el mercado de divisas; cuando μ es igual a cero, el banco central deja fluctuar libremente el tipo de cambio,

mientras que si μ es igual a uno, implica que el banco central fija el tipo de cambio en una paridad fija (\bar{e}). Por tanto, el término $(1 - \mu)$ asociado a la tendencia del tipo de cambio (t_i), determina cómo influye la política cambiaria en las decisiones de los agentes chartistas, ya que si μ toma un valor próximo a uno, la tendencia observada del tipo de cambio tendrá un efecto muy pequeño sobre las decisiones de los agentes chartistas, y sólo afectará a sus decisiones, en el caso de que el valor de la tendencia sea elevado.

Dado que las expectativas de los agentes con información incompleta dependen de la tendencia observada del tipo de cambio, esto da lugar a que, para unos mismos valores de los fundamentos económicos, el tipo de cambio pueda seguir diferentes trayectorias, posibilitando así un equilibrio múltiple.

En el modelo se establece, además, que los agentes chartistas, en contraste con los fundamentalistas, cometen un error sistemático en sus previsiones del tipo de cambio. Debido a este error, los agentes chartistas deben asumir un riesgo adicional derivado del error en sus previsiones; sin embargo, este riesgo adicional incrementa los retornos esperados de las inversiones, incentivando aún más la participación en el mercado de agentes chartistas.

Por su parte, en cuanto a la política monetaria, el modelo asume que el banco central extranjero fija una política monetaria independiente, y que el banco central nacional debe decidir si fijar el tipo de cambio (\bar{e}) o, por el contrario, dejarlo fluctuar. El banco central nacional fija la oferta monetaria en función de la desviación esperada del tipo de cambio respecto a la paridad fija \bar{e} . En contraste con el modelo original de Jeanne y Rose, estos autores advierten que controlar el tipo de cambio tiene unos costes, si bien reducidos, en relación a los fundamentos económicos, ya que, al controlar el tipo de cambio la volatilidad del mismo se debe únicamente a la volatilidad de los fundamentos y, por tanto, si el banco central desea reducir la volatilidad del precio de la divisa debe reducir la volatilidad de los fundamentos económicos.

Según el modelo planteado por Bauer y Herz, el equilibrio del mercado viene determinado por varios factores: el grado de aversión al riesgo por parte de los agentes

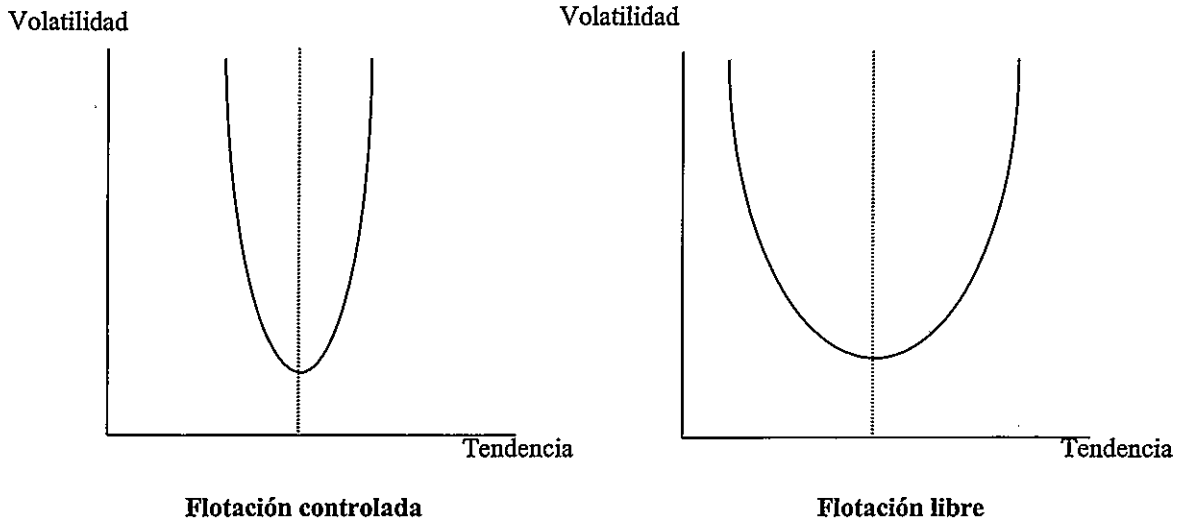
económicos, el tamaño del componente de ruido, -determinado a su vez por la volatilidad del tipo de cambio y el tamaño de la tendencia-, los costes de entrada al mercado, la elasticidad de la demanda de dinero al tipo de interés, la política cambiaria y la proporción de agentes fundamentalistas que participan en el mercado. Partiendo de estos supuestos, el equilibrio del mercado puede ser múltiple. En concreto, ellos explicitan dos posibles equilibrios alternativos, dependientes fundamentalmente del término de tendencia " t ". Si la tendencia es pequeña, los agentes chartistas no participan en el mercado y, por tanto, la volatilidad del tipo de cambio sólo viene provocada como consecuencia de cambios en la oferta monetaria externa y de los niveles de precios relativos. Por el contrario, si el término de tendencia es elevado, todos los agentes chartistas participan en el mercado y en ese caso, la volatilidad del tipo de cambio es máxima.

Por tanto, el número de chartistas que participan en el mercado determina el grado de volatilidad del tipo de cambio. Además, la variabilidad del mercado determina el grado de riesgo, incrementando así los incentivos de los agentes chartistas para participar en el mercado. Por tanto, existen dos posibles equilibrios para unos mismos fundamentos económicos: un equilibrio con escasa volatilidad del tipo de cambio y sin agentes chartistas; y un segundo equilibrio, con alta volatilidad del tipo de cambio y participación de agentes chartistas.

Del equilibrio del modelo planteado por Bauer y Herz, se deriva una relación no lineal en forma de U, entre la tendencia esperada del tipo de cambio y la volatilidad del mismo. La relación es no lineal, ya que no sólo depende del valor de la tendencia, aunque ésta sea la variable más importante, sino que también depende de los factores anteriormente mencionados (aversión al riesgo, costes de entrada, etc.).

Según estos autores, en un sistema de flotación dirigida, dado que el Banco Central controla el tipo de cambio, la volatilidad del mismo disminuye. Esta disminución de la volatilidad del tipo de cambio afecta a las expectativas de los agentes chartistas, ya que disminuyen las expectativas de que la tendencia del tipo de cambio continúe. Todo ello reduce los incentivos de los agentes chartistas a participar en el

mercado, reduciendo aún más la volatilidad del tipo de cambio. En este caso, la relación en forma de U es más estrecha:



Finalmente, Bauer y Herz contrastan empíricamente si efectivamente se da la relación en forma de U derivada del modelo entre la volatilidad del tipo de cambio y su tendencia. Para ello analizan, durante el periodo 1973-2002, las divisas de Canadá, Italia, Japón, Suiza y Reino Unido frente al dólar, así como las divisas de Austria, Francia, Italia, Holanda, Suiza y Reino Unido frente al marco alemán para el periodo 1979-1998.

Los resultados, obtenidos por estos autores, muestran que un primer conjunto de países, los cuales identifican con sistemas de flotación libre del tipo de cambio, se caracterizan por presentar un amplio rango de tendencias en la evolución del tipo de cambio, alta variabilidad en los fundamentos económicos, así como exceso de volatilidad en el tipo de cambio derivado de la participación en el mercado de agentes chartistas y una clara forma de U en la relación entre la tendencia y la volatilidad. En este conjunto de países se encuentran Reino Unido, y todas las divisas, excepto el dólar canadiense, frente al dólar. El segundo grupo identificado se caracteriza por mostrar tendencias del tipo de cambio menores, así como una menor varianza en los fundamentos económicos y exceso de volatilidad en el tipo de cambio; en este caso la relación entre la tendencia y la volatilidad muestra también una relación en forma de una U, pero en este caso más estrecha. Este segundo grupo de países es identificado por

Bauer y Herz como países con sistemas de tipos de cambio dirigidos, incluyéndose en este conjunto el dólar canadiense frente al dólar, así como el franco francés, la lira italiana y el franco suizo frente al marco. El último grupo de países se corresponden con países con sistemas de tipos de cambio fijos, caracterizándose el tipo de cambio por tendencias prácticamente nulas, variabilidad de los fundamentos económicos muy leve y evolución del tipo de cambio sin exceso de volatilidad. En este último grupo, por tanto, no se da la relación en forma de U, ya que como las tendencias del tipo de cambio son muy pequeñas y además se prevé que sean compensadas por el Banco Central para mantener fija la paridad, los agentes chartistas no tienen incentivos para participar en el mercado.

El modelo predice que cuando el tipo de cambio registra tendencias pequeñas, no participan chartistas en el mercado y, en ese caso, la volatilidad del tipo de cambio viene provocada únicamente por la varianza de los fundamentos económicos.

III.3.2.1. Evidencia empírica

A) Evidencia empírica basada en encuestas

Partiendo de la clasificación de los agentes propuesta por Shleifer y Summers (1990), Menkhoff (1998) realiza una encuesta entre una muestra de agentes del mercado cambiario alemán⁴⁷, con el fin de analizar las características básicas del enfoque basado en la “participación de agentes no racionales” (*noise trading approach*) para la determinación del tipo de cambio.

Menkhoff identifica dos grupos de agentes económicos que se diferencian entre sí por el distinto grado de racionalidad que caracteriza sus decisiones de inversión: así, un primer grupo estaría formado por “especuladores racionales”, los cuales forman sus expectativas del tipo de cambio a partir de los fundamentos económicos y un segundo grupo serían aquellos denominados “especuladores no racionales” o especuladores

⁴⁷ La encuesta realizada por Menkhoff fue dirigida a una muestra de 92 bancos, 40 compañías gestoras de fondos y 12 bancos públicos de Alemania durante el mes de agosto de 1992, obteniendo una tasa de respuesta del 51%.

guiados por percepciones del mercado (*noise traders*), los cuales forman sus expectativas utilizando otro tipo de información (análisis técnico, opinión de *gurús*).

Coincidiendo con el modelo original propuesto por De Long et al.(1990), la principal conclusión extraída por este autor, es que no sólo los agentes no fundamentalistas utilizan el análisis no fundamental, sino que también los especuladores racionales utilizan estas técnicas para determinar el tipo de cambio, con el fin de obtener beneficios derivados de la presencia en el mercado de aquellos especuladores menos racionales.

Las hipótesis contrastadas por Menkhoff se derivan de los tres elementos principales del enfoque del tipo de cambio con participación de agentes no racionales (*noise trader approach*): 1) en el mercado existen dos grupos diferentes de agentes económicos, agentes racionales y agentes no del todo racionales; 2) la principal restricción que limita la eficiencia del arbitraje se deriva del comportamiento a corto plazo de los agentes económicos, y 3) el enfoque de percepción del mercado nace porque los agentes económicos tienen unas creencias e intuiciones respecto al tipo de cambio, que no están directamente relacionadas con las noticias relativas a los fundamentos económicos.

Para identificar los dos grupos de agentes económicos, Menkhoff analiza la importancia relativa que tienen, sobre las decisiones de inversión de los distintos agentes, tres tipos de información: los fundamentos económicos, el análisis técnico y los flujos de órdenes de compraventa (*order flows*). Así, clasifica a los agentes en “fundamentalistas”, los cuales ponen más énfasis sobre los fundamentos económicos en primer lugar (60,1%), el análisis técnico en segundo lugar y finalmente los flujos de órdenes; y un segundo grupo denominado “no fundamentalistas”, los cuales estarían caracterizados por hacer más hincapié en sus predicciones en el análisis técnico en primer lugar (48,6%), los fundamentos económicos en segundo y por último en los flujos de órdenes. Sobre estos dos grupos de agentes, Menkhoff contrasta seis hipótesis, tres de las cuales están referidas a los agentes fundamentalistas y otras tres se refieren a los no fundamentalistas:

- 1) Los fundamentalistas sólo mantienen posiciones perdedoras durante pocos meses.
- 2) Los fundamentalistas no mantienen posiciones perdedoras durante más tiempo que los no fundamentalistas.
- 3) En una misma operación, los fundamentalistas no mantienen posiciones desfavorables durante más tiempo que los no fundamentalistas. Los resultados obtenidos por Menkhoff rechazan sin embargo el cumplimiento de esta hipótesis.
- 4) Los no fundamentalistas creen que la psicología de los agentes económicos influye en el tipo de cambio, y por tanto éste no está determinado exclusivamente por sus fundamentos económicos.
- 5) Los no fundamentalistas consideran que la opinión de los líderes de opinión o *gurús* es importante, ya que éstos tienen un conocimiento superior respecto al tipo de cambio. La contrastación de esta hipótesis es positiva, sin embargo, Menkhoff detecta que esta característica no es exclusiva de los no fundamentalistas, ya que existe un alto porcentaje de agentes fundamentalistas que también tienen en cuenta dichas opiniones.
- 6) Los no fundamentalistas consideran que, durante un cierto tiempo, el tamaño de los agentes participantes en el mercado sí ejerce influencias sobre la evolución del tipo de cambio.

Tras contrastar favorablemente todas las hipótesis con excepción de la tercera, finalmente Menkhoff concluye que la actuación de los fundamentalistas en el mercado es limitada, corroborando así el enfoque de percepción del mercado. No obstante, observa que no existen grandes diferencias en las respuestas de ambos grupos, implicando por tanto que en realidad no son tan diferentes. La explicación que ofrece Menkhoff a esta circunstancia, siendo ésta su principal conclusión, es que los agentes fundamentalistas, al saber que existen otros agentes que forman sus expectativas del tipo de cambio utilizando información distinta de los fundamentos económicos, intentan aprovechar esta situación con el fin de obtener ganancias, tomando consecuentemente posiciones en el mercado que les permitan obtener dichos beneficios, lo que hace que, aun siendo fundamentalistas, se comporten como agentes no fundamentalistas.

III.3.3. Clasificaciones de agentes en función de otros factores

También asumiendo heterogeneidad de expectativas por parte de los agentes económicos y movilidad perfecta de capitales, Rzepkowski (2001) desarrolla un modelo para explicar la evolución del tipo de cambio \$/ a partir de alteraciones en la composición de las carteras de los agentes. Rzepkowski clasifica a los inversores en dos categorías atendiendo a dos características: por un lado considera si éstos son pesimistas u optimistas y por otro lado, considera el grado de seguridad o confianza que exigen los agentes a la hora de tomar sus decisiones de inversión. Así, el modelo propuesto por esta autora es estimado para cada una de las dos clases de heterogeneidades consideradas.

Por tanto, un primer grupo de agentes económicos estaría compuesto por inversores pesimistas o inversores que toman decisiones de inversión seguras, mientras que un segundo grupo de agentes estaría compuesto por agentes optimistas o agentes que toman decisiones de inversión más arriesgadas. El tipo de cambio futuro viene determinado por la media de las previsiones realizadas por ambos tipos de agentes.

Rzepkowski define a los agentes pesimistas (grupo 1) como aquéllos que prevén sistemáticamente una depreciación del euro respecto del tipo de cambio a plazo (forward), mientras que los optimistas (grupo 2) son aquellos que por el contrario siempre esperan que el euro se aprecie respecto al tipo a plazo.

El grupo de agentes más prudentes (grupo 1) ejercen una menor presión sobre el tipo de cambio, imprimiéndole de cierta estabilidad, mientras que el grupo de agentes menos seguros (grupo 2), al exigir menos seguridad a sus inversiones, tienen un efecto muy importante sobre la volatilidad del tipo de cambio.

El modelo planteado por Rzepkowski asume que los activos denominados en dólares tienen una rentabilidad i y no llevan riesgo asociado, mientras que los activos denominados en euros tienen una rentabilidad i^* , pero dicha rentabilidad es incierta debido a la variabilidad del tipo de cambio, asumiéndose por tanto el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses.

Según el modelo, los dos tipos de agentes constituyen un total de N individuos. En cada momento del tiempo, los distintos agentes deben tomar sus decisiones de inversión, y el hecho de pertenecer a un grupo de agentes (pesimistas u optimistas, o seguros y menos seguros) no es determinante, ya que en cada momento del tiempo los agentes pueden cambiar de opinión y pasar de un grupo de agentes a otro.

Representando δ_t la proporción de agentes económicos del grupo 1 y $(1 - \delta_t)$ la proporción de agentes del grupo 2 en el momento t , la distribución del número total de agentes vendría definida por:

$N = \delta_t N + (1 - \delta_t) N$, siendo $\delta_t N$ es el número de inversores del grupo 1 en el momento t y $(1 - \delta_t) N$ el número de inversores del grupo 2.

Asimismo, $E_{1,t}^e$ y $E_{2,t}^e$ representan la media del tipo de cambio esperado por los agentes económicos del grupo 1 y del grupo 2 respectivamente; $\sigma_{1,t}^e$ y $\sigma_{2,t}^e$ son las respectivas desviaciones típicas de las predicciones del tipo de cambio por parte de ambos grupos. Rzepkowski asume que, independientemente del grupo al que pertenezcan, los agentes conocen la media del tipo de cambio esperado por cada uno de los dos tipos de agentes. Sin embargo, sólo conocen la dispersión del tipo de cambio esperado por el grupo de agentes al que pertenecen. Adicionalmente, el tipo de cambio a plazo equivale a la media de las predicciones realizada por ambos grupos de agentes ponderadas por la proporción que suponen en el mercado (δ).

Dado que los agentes pueden cambiar de opinión en cada momento del tiempo y dejar de pertenecer a un grupo para pertenecer al grupo contrario, el número de agentes del grupo 1 y del grupo 2 en el momento t puede expresarse del siguiente modo:

$$N_{1,t} = N_{1,t-1} \times (1 - p_{1 \rightarrow 2,t-1}) + N_{2,t-1} \times p_{2 \rightarrow 1,t-1}$$

$$N_{2,t} = N_{2,t-1} \times (1 - p_{2 \rightarrow 1,t-1}) + N_{1,t-1} \times p_{1 \rightarrow 2,t-1}$$

donde $p_{1 \rightarrow 2,t}$ es la probabilidad de que los agentes de tipo 1 dejen de serlo y se unan a los agentes de tipo 2 en el momento t , y $(1 - p_{1 \rightarrow 2,t})$ es la probabilidad de que los agentes de tipo 1 sigan siendo inversores del tipo 1 (pesimistas y prudentes). La misma lógica se aplica para las respectivas probabilidades de cambiar del grupo 2 al grupo 1 ($p_{2 \rightarrow 1,t}$) o siendo un inversor del grupo 2 mantenerse en el grupo 2 ($1 - p_{2 \rightarrow 1,t}$).

Asimismo, la proporción de agentes de tipo 1 (δ_t) en el momento t vendrá determinada por la proporción de dichos agentes en el momento anterior corregida por la proporción de agentes de tipo 1 que en el momento t se han pasado al grupo 2, más la proporción de agentes de tipo 2 que en el momento t se han unido al grupo 1:

$$\delta_t = \delta_{t-1} + \frac{1}{N} [N_{2,t-1} \times p_{2 \rightarrow 1,t-1} - N_{1,t-1} \times (1 - p_{1 \rightarrow 2,t-1})]$$

La opinión de los agentes económicos respecto al tipo de cambio proviene de diversas fuentes: por un lado, la información disponible en el momento, la cual es incompleta, junto a la información derivada del modelo teórico utilizado por los agentes, el cual es también imperfecto; y por otro lado, los agentes disponen de la propia información derivada de la observación de la dinámica del mercado.

Las decisiones de los inversores estarán influidas por los beneficios obtenidos por cada uno de los grupos en el pasado, considerando que aquellas inversiones en las que se han producido en media más beneficios, darán más beneficios futuros. Por el contrario, el error de las predicciones pasadas, medido a partir del error cuadrático medio, tiene un efecto negativo, ya que cuanto mayores sean los errores cometidos por uno de los dos grupos de agentes, mayor será la probabilidad de que un agente decida cambiar de grupo con el fin de obtener mayores beneficios. Asimismo, la dispersión de las predicciones de cada grupo afectan también negativamente a la probabilidad de permanencia de un agente dentro del grupo al que pertenecen, de tal forma que cuanto mayor sea la variabilidad de las predicciones de un grupo, mayor será la probabilidad de que ese agente cambie de grupo.

$$p_{1 \rightarrow 2,t} = \lambda_{1,t} \sigma_{1,t}^{t+\tau} + \lambda_{2,t} \sigma_{1,t}^{pe}$$

$$p_{2 \rightarrow 1,t} = \lambda_{1,t} \sigma_{2,t}^{t+\tau} + \lambda_{2,t} \sigma_{2,t}^{pe}$$

donde $\sigma_{1,t}^{t+\tau}$ y $\sigma_{2,t}^{t+\tau}$ representan la dispersión de las respectivas predicciones de los agentes de tipo 1 y de los agentes de tipo 2; $\sigma_{1,t}^{pe}$ y $\sigma_{2,t}^{pe}$ representan el error cuadrático medio de las predicciones de ambos grupos respectivamente. La ponderación de ambos aspectos en cada probabilidad de migración, medida por los parámetros λ_1 y λ_2 , es exactamente la misma en ambos grupos de agentes.

Una vez definidas las probabilidades, el procedimiento utilizado por Rzepkowski consiste en estimar las funciones de densidad del tipo de cambio futuro, asumiendo la hipótesis de que éste es el resultado de la media ponderada de las previsiones realizadas por los dos tipos de agentes (seguros y arriesgados; o pesimistas y arriesgados). Finalmente, y con el fin de contrastar la validez del modelo, esta autora realiza predicciones *ex post* del modelo para el periodo diciembre 1999-septiembre 2000.

Los resultados obtenidos por Rzepkowski muestran que, los agentes que toman decisiones de inversión menos seguras, tienen una mayor tendencia a imitar el comportamiento del resto de agentes, es decir, se observan efectos de arrastre en sus comportamientos respecto al tipo de cambio. Sin embargo, cuando la heterogeneidad considerada consiste en asumir que los agentes son pesimistas u optimistas, no se observan dichas diferencias entre ambos tipos de agentes. Esto implica, que, cuando los agentes económicos no tienen confianza en la información de la que disponen, o cuando su conocimiento respecto al modelo teórico que determina el tipo de cambio es débil, se producen efectos de arrastre entre los agentes que generan mayor volatilidad del tipo de cambio.

III.3.4. Clasificación de los agentes en función del esquema de expectativas utilizadas

Sobre el modelo desarrollado por Frankel (1983) en el que se combinan aspectos del enfoque monetario de precios flexibles y de los modelos de equilibrio de cartera para la determinación del tipo de cambio, Pilbeam (2001) contrasta el esquema de expectativas más utilizado por los agentes económicos a partir de un test no paramétrico. El objetivo perseguido por Pilbeam con este trabajo es resaltar el papel asignado a las expectativas de los agentes por encima de los determinantes fundamentales del tipo de cambio.

El modelo parte de las respectivas ecuaciones básicas del modelo monetario general y del modelo de equilibrio de cartera.

Según el enfoque monetario y asumiendo el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo, el tipo de cambio de equilibrio viene determinado por las ofertas y demandas monetarias relativas entre el país nacional y el extranjero, donde m representa la oferta monetaria, p el nivel de precios, y la renta real, ϕ la elasticidad de la demanda de dinero respecto al nivel de renta, y λ la semielasticidad de la demanda de dinero respecto al tipo de interés interno, siendo i el tipo de interés. Las variables denotadas con un asterisco se refieren al país extranjero, considerando asimismo que tanto la elasticidad de la demanda de dinero respecto a la renta como al tipo de interés es la misma en ambos países. Al igual que en el resto del texto, todas las variables, a excepción del tipo de interés, están expresadas en logaritmos.

$$\bar{e} = (m - m^*) - \phi(y - y^*) + \lambda(i - i^*) \quad (1)$$

En el caso del enfoque de equilibrio de cartera, dada la imposibilidad de asumir el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses, se considera la existencia de una prima de riesgo, la cual está relacionada positivamente con la oferta de bonos internos y negativamente con la oferta de bonos extranjeros. En términos generales, en un modelo de equilibrio de cartera la relación existente entre los bonos internos y los bonos

externos viene determinada por dicha prima de riesgo ($\frac{B}{EB^*} = \rho$), por tanto, expresando las variables en logaritmos y explicitando la prima de riesgo (ρ), se obtendría la siguiente ecuación general:

$$b - e - b^* = \alpha + \beta(i - i^* - \Delta e^e) \quad (2)$$

donde b y b^* representan, respectivamente, el logaritmo del stock de bonos internos y el logaritmo del stock de bonos externos en manos de los agentes privados. El parámetro β mide el grado de sustituibilidad entre los distintos bonos. Según el modelo de equilibrio de cartera, para que los agentes internos incrementen en su cartera la cantidad de activos denominados en moneda extranjera, exigirán un incremento del diferencial de intereses a favor de los bonos extranjeros o una apreciación de la divisa externa.

La tasa de depreciación esperada del tipo de cambio viene determinada a su vez por la diferencia entre el tipo de cambio actual y su valor de equilibrio a largo plazo, así como por la diferencia entre las tasas de inflación esperadas a largo plazo, interna (π^e) y externa (π^{e*}). Así, cuanto menor sea el tipo de cambio respecto a su nivel de equilibrio a largo plazo, mayor será la depreciación esperada de la moneda. Del mismo modo, cuanto mayor sea la tasa de inflación interna esperada a largo plazo respecto de la externa, mayor será la depreciación esperada de la moneda nacional.

$$\Delta e^e = \theta(e - \bar{e}) + (\bar{\pi}^e - \bar{\pi}^{e*}) \quad (3)$$

donde el parámetro θ representa la velocidad de ajuste hacia el equilibrio. Despejando la depreciación esperada de la moneda interna de la ecuación (6) se obtiene que:

$$\Delta e^e = \frac{-b + e + b^* + \alpha}{\beta} + i - i^* \quad (4)$$

Por tanto:

$$\frac{-b + e + b^* + \alpha}{\beta} + i - i^* = \theta(e - \bar{e}) + (\bar{\pi} - \pi^*) \quad (5)$$

y así, el gap del tipo de cambio respecto a su nivel de equilibrio a largo plazo vendrá determinado por:

$$e - \bar{e} = \frac{b - e - b^* - \alpha}{\theta\beta} + \frac{1}{\theta}[(i^* - \pi^*) - (i - \pi)] \quad (6)$$

Por último, sustituyendo esta expresión en la ecuación (1) se obtiene el valor del tipo de cambio:

$$e = \frac{-\alpha}{\theta\beta + 1} + \frac{1}{1 + 1/\theta\beta}(m - m^*) - \frac{\phi}{1 + 1/\theta\beta}(y - y^*) + \frac{\lambda + 1/\theta}{1 + 1/\theta\beta}(\pi - \pi^*) - \frac{1}{1 + 1/\theta\beta}(i - i^*) + \frac{1}{\theta\beta + 1}(b - b^*) \quad (7)$$

Según el enfoque monetario de precios flexibles, los mercados se ajustan rápidamente y los activos son perfectamente sustitutivos, por lo que los parámetros θ y β tienden a infinito. Por su parte, el modelo monetario de precios rígidos sostiene que los mercados se ajustan lentamente, lo que implica que el parámetro θ toma un valor pequeño, mientras que también asumen que los activos son sustitutos perfectos, por lo que de nuevo el parámetro β tiende a infinito. El enfoque de equilibrio de cartera sostiene que ambos parámetros son menores que infinito, ya que los activos no son sustitutos perfectos al existir una prima de riesgo y el mercado de bienes no se ajusta rápidamente.

Atendiendo a los diferentes modelos, Pilbeam desarrolla un test no paramétrico bajo seis hipótesis diferentes respecto a la formación de expectativas: 1) expectativas estáticas, 2) expectativas regresivas, 3) expectativas extrapolativas, 4) expectativas adaptativas, 5) expectativas racionales y 6) expectativas heterogéneas. La hipótesis de

expectativas estáticas implica que no se prevé una variación del tipo de cambio, por lo que en este caso no habrá señal derivada de las expectativas. En el caso de las expectativas extrapolativas, una depreciación en el periodo anterior implicará una depreciación esperada en el periodo siguiente. En el caso de las expectativas adaptativas, se consideran únicamente los tres periodos precedentes; si en dos de ellos la moneda se ha depreciado, se esperará una depreciación de la moneda. En el caso de las expectativas regresivas, si se ha producido una depreciación en el periodo precedente, se esperará una apreciación de la moneda. Según la hipótesis de expectativas racionales, se toma como indicador la evolución del tipo de cambio a plazo. Si el tipo de cambio a plazo es mayor que el tipo de cambio al contado, se preverá una depreciación de la moneda; si por el contrario el tipo forward es menor que el tipo al contado, se esperará una apreciación de la moneda interna. La predicción derivada de las expectativas heterogéneas será la predicción mayoritaria de las cinco hipótesis de expectativas anteriores.

El test se realiza combinando las predicciones derivadas de cada uno de los modelos con las originadas por los distintos mecanismos de expectativas. El resultado de la predicción viene determinado por la señal más fuerte de las dos: modelo teórico o hipótesis de expectativas. La aplicación se realiza con datos de los tipos de cambio nominales respecto a la libra esterlina, del dólar, marco alemán, yen y franco francés. En cuanto a los resultados del modelo, el primer aspecto señalado es que apenas hay diferencias entre unos modelos y otros a la hora de la determinación de la dirección del tipo de cambio. El modelo monetario de precios flexibles es el que mejor capacidad predictiva demuestra, con un 53.5% de aciertos, sin embargo las diferencias con el modelo de peor capacidad predictiva (equilibrio de cartera), son muy pequeñas, siendo en este caso el porcentaje de aciertos del 52.6%, demostrando así escasas diferencias entre los modelos.

En cuanto a las hipótesis respecto a la formación de expectativas, las que mejores resultados arrojan son en primer lugar las expectativas adaptativas, seguidas por las extrapolativas, heterogéneas, estáticas, racionales y por último las regresivas.

La principal conclusión derivada de este trabajo es que, más importante que el modelo teórico utilizado, es la hipótesis realizada respecto a la formación de expectativas. Asimismo y a pesar del mayor desarrollo teórico que han tenido en la literatura los enfoques de expectativas racionales y regresivas, dichos enfoques obtienen peores resultados empíricos.

En esta misma línea, Bénassy-Quéré, Larribeau et al. (1999, 2002) contrastan cómo forman sus expectativas los agentes económicos, así como la heterogeneidad existente en la formación de dichas expectativas. Con este fin aplican la técnica de panel data sobre las previsiones realizadas por un amplio conjunto de instituciones financieras respecto al tipo de cambio nominal del marco alemán, la libra esterlina y el yen respecto al dólar. En este caso, las hipótesis contrastadas respecto a la formación de expectativas son: extrapolativas, adaptativas, regresivas y mixtas.

El modelo de expectativas extrapolativas se corresponde con un modelo de tipo chartista, es decir, el tipo de cambio esperado en el periodo $t+k$ es una función que depende del tipo de cambio en el periodo actual (t), corregido por la diferencia observada entre el tipo de cambio actual y el registrado en el periodo anterior:

$$E_{t+k}^e = E_t + b(E_t - E_{t-1}) \quad b > 0$$

El modelo de expectativas regresivas predice el tipo de cambio en función del tipo de cambio actual corregido por la diferencia de éste respecto a su valor de equilibrio en el momento actual, es decir:

$$E_{t+k}^e = E_t + \theta(\bar{E}_t - E_t) \quad 0 < \theta < 1$$

En este caso, según sea definido el tipo de cambio de equilibrio, el modelo de expectativas regresivas se correspondería con un modelo fundamentalista, si por ejemplo se utiliza la paridad del poder adquisitivo como indicador para definir el valor de equilibrio, o en un modelo de tipo chartista, si el tipo de cambio de equilibrio se define como una media móvil.

El modelo de expectativas adaptativas predice el tipo de cambio a partir de la predicción realizada el periodo anterior corregida por el error de predicción cometido en dicho periodo:

$$E_{t+k}^e = E_t^e + (1 + f)(E_t - E_t^e) \quad 0 < (1 + f) < 1$$

Por último, el modelo mixto contiene aspectos de todas las hipótesis de expectativas consideradas:

$$E_{t+k}^e = E_t + b(E_t - E_{t-1}) + \theta(\bar{E}_t - E_t) + f(E_t - E_t^e)$$

Atendiendo a los resultados obtenidos por estos autores y en coherencia con los derivados del trabajo de Pilbeam (2001), señalar que de los cuatro mecanismos de formación de expectativas analizados, es la hipótesis de expectativas extrapolativas la más utilizada por los agentes económicos considerados. En cuanto a los principales resultados obtenidos en este trabajo se pueden resumir básicamente en dos: i) por un lado observan que las predicciones realizadas por los diferentes agentes económicos son estables, en el sentido de que cuando un agente decide utilizar un modelo concreto para estimar el valor esperado del tipo de cambio es coherente con dicho modelo tanto en sus predicciones a corto (3 meses) como a medio plazo (12 meses); ii) constatan la heterogeneidad existente en la formación de las expectativas por parte de los agentes debido a la gran diversidad de agentes que intervienen en el mercado, lo que les lleva a defender la necesidad de la utilización de modelos económicos para la determinación del tipo de cambio que consideren dicha diversidad de agentes, subrayando asimismo la importancia de esta característica de cara a la definición de las políticas por parte de las autoridades económicas, quienes deben tener en cuenta la inexistencia de un comportamiento común entre los especuladores.

Por el contrario, Marey (2000) realiza una simulación de la evolución del tipo de cambio utilizando datos trimestrales, con el fin de contrastar el esquema de expectativas que mejor se ajusta al comportamiento de los agentes en el mercado. Así, utilizando como elementos de partida dos tipos de agentes económicos, cada uno de los cuales

tiene una riqueza financiera diferente que distribuyen entre activos denominados en moneda interna y extranjera, y con diferente aversión al riesgo, contrasta el esquema de expectativas utilizado mayoritariamente por los agentes económicos. En este caso, Marey simula el tipo de cambio trimestral derivado de varias hipótesis relativas a la formación de las expectativas: adaptativas, efectos de arrastre, extrapolativas, autorregresivas y regresivas. No obstante, los resultados obtenidos por este autor señalan que las series del tipo de cambio generadas a partir de las hipótesis de expectativas relacionadas con la evolución pasada del tipo de cambio, dan lugar a importantes errores en relación al tipo de cambio efectivamente observado. En cambio, las series del tipo de cambio simuladas a partir de un esquema regresivo, en el que el tipo de cambio esperado por los agentes económicos viene determinado por los fundamentos económicos, da lugar a menores desviaciones respecto al tipo de cambio observado, concluyendo, por tanto, que la hipótesis de expectativas regresivas es el mejor método para predecir el tipo de cambio a tres meses. Finalmente, este autor plantea la necesidad de desarrollar un modelo en el que se combinen diversidad de agentes, como por ejemplo, la ya conocida chartistas y fundamentalistas.

Con el fin de conocer el modelo estructural utilizado por los agentes económicos a la hora de realizar sus predicciones respecto al tipo de cambio, Schröder y Dornau (2002) analizan las predicciones de los tipos de cambio de cinco divisas frente al marco alemán, utilizando como variables explicativas las predicciones relativas al PIB y los tipos de interés a corto y largo plazo⁴⁸, tanto internos como externos. Las divisas analizadas fueron el dólar, la libra esterlina, el yen, el franco francés y la lira italiana. A diferencia de otros trabajos, en el realizado por Schröder y Dornau las previsiones realizadas por los agentes son de tipo categórico, por lo que la contrastación del modelo depende de si las variables económicas utilizadas muestran el signo correcto.

⁴⁸ El tipo de interés a largo plazo lo utilizan como una variable proxy para estimar las expectativas de inflación a largo plazo, en el sentido de que un aumento de la previsión del tipo de interés a largo plazo, lleva implícito una expectativa de mayor inflación. Entre las variables explicativas no incluyen las expectativas sobre la evolución de la oferta monetaria, ya que probablemente todos los agentes encuestados respecto a su evolución hubieran estimado un incremento de la misma, no aportando por tanto esta variable ningún efecto diferencial entre los agentes, y consecuentemente no siendo válida para la estimación.

Los modelos teóricos contrastados fueron el modelo monetario de precios flexibles, el modelo de sobrereacción del tipo de cambio y el modelo Mundell-Fleming. Con este fin, analizaron los signos de cada una de las variables incluidas en la siguiente ecuación, donde todas las variables, endógena y explicativas, son expectativas respecto a su evolución (aumento, estabilidad o decrecimiento):

$$e_t = \beta y_t + \beta^* y_t^* + \delta i_t + \delta^* i_t^* + \lambda i_l + \lambda^* i_l^*$$

donde “ y ” es el crecimiento del PIB, “ i ” es el tipo de interés a corto plazo y “ i_l ” es el tipo de interés a largo plazo. Asimismo, las variables denotadas con un asterisco están referidas al exterior.

Las principales conclusiones obtenidas por estos autores se refieren al modelo económico implícito en las previsiones del tipo de cambio, y a las variables explicativas que mayor influencia ejercen sobre las expectativas del tipo de cambio.

En cuanto al signo del efecto de las variables explicativas sobre la predicción del tipo de cambio, observan que éste es distinto en función de la divisa analizada. Ello implica que el modelo económico utilizado por los agentes para realizar sus previsiones respecto al tipo de cambio es diferente, implicando por tanto que los agentes forman sus expectativas de forma heterogénea. Así, el modelo identificado en las previsiones del tipo de cambio marco/ dólar es el modelo Mundell-Fleming, por lo que un incremento esperado de los tipos de interés internos, a corto y largo plazo, provoca una entrada neta de capitales en el país que acaba traducéndose en una apreciación de la divisa doméstica. En el caso del yen y la libra esterlina, los resultados obtenidos podrían ser congruentes tanto con el modelo de sobrereacción del tipo de cambio como con el modelo Mundell-Fleming, ya que sólo las expectativas sobre la evolución de los tipos de interés a corto plazo ejercen un efecto sobre las previsiones del tipo de cambio, en el sentido de que un incremento del tipo de interés esperado a corto plazo se traducirá vía entrada de capitales en una apreciación de la moneda interna. Por último, el efecto de los tipos de interés en la evolución del franco/ marco y lira/ marco muestran el signo contrario, ya que un incremento del tipo de interés conduciría a una depreciación de la divisa interna. La explicación que ofrecen Schröder y Dornau a este hecho es que, al

pertenecer ambos países a la Unión Monetaria Europea, un incremento del diferencial de interés entre Alemania y estos países, es el reflejo de una moneda más débil.

Como segunda conclusión fundamental, estos autores, señalan, que la variable más importante en la formación de las expectativas respecto al tipo de cambio es la evolución esperada del PIB exterior: una mejora de las expectativas respecto al PIB extranjero se traduce en todos los casos en una apreciación esperada de la divisa interna.

III.3.5. Flujos de órdenes (*Order flows*)

Recientemente y, como consecuencia del trabajo publicado por Evans y Lyons (1999), un conjunto de economistas, ha explicado el origen de la existencia de expectativas heterogéneas en el mercado de divisas como consecuencia de que, en dicho mercado, no toda la información relativa a los tipos de cambio es de carácter público, existiendo, por tanto, agentes económicos que tienen acceso a información privilegiada respecto al valor de las divisas. Partiendo de esta premisa, estos autores han tratado de explicar la evolución del tipo de cambio, a muy corto plazo, en función de información macroeconómica de carácter público, pero también incorporando variables que permitan medir la existencia de información privada. La variable explicativa, elegida por estos autores, como reflejo de la existencia de información privada entre los agentes económicos, ha sido el saldo entre las órdenes de compras y ventas de divisas, lo que se ha denominado en la literatura económica como “flujos de órdenes” (*order flows*). La elección de esta variable, como explicativa del comportamiento del tipo de cambio a corto plazo, se debe a que, estos autores asumen que, cuando existe un saldo neto de órdenes de compra positivo de una divisa, es porque hay agentes económicos que tienen información privada favorable respecto al valor futuro de dicha divisa, provocando finalmente que el saldo entre las compras y ventas de la divisa sea positivo y apreciándose así la moneda. Este comportamiento es observado por el resto de agentes económicos, que “aprenden” de las estrategias de compra de otros agentes “más informados” dando lugar finalmente a una apreciación aún mayor de la divisa.

En esta línea de pensamiento, destaca, en primer lugar, el trabajo pionero realizado por Evans y Lyons (1999), seguido posteriormente por otros autores como Evans (1999), Rime (2001), Froot y Ramadorai (2002) y Bacchetta y Wincoop (2003).

Previamente al trabajo de Evans y Lyons (1999), la correlación existente entre los flujos de órdenes y la evolución del tipo de cambio a corto plazo, había sido ya contrastada empíricamente por Lyons (1995), Yao (1997), Covrig y Melvin (1998), Ito et al. (1998), Cheung y Wong (2000), Bjornes y Rime (1998), Evans (1999) y Payne (1999), afirmando que, efectivamente, a corto plazo, existe una relación muy estrecha entre ambas variables.

Ante el escaso poder predictivo demostrado por los fundamentos económicos para determinar el tipo de cambio a corto plazo, Evans y Lyons (1999) proponen como alternativa un enfoque basado en la microestructura del mercado de divisas, cuya característica principal es que consigue explicar la dinámica del tipo de cambio sin la necesidad de asumir el no cumplimiento de la hipótesis de racionalidad de los agentes, así como sin asumir la existencia de variables “extrañas” o desconocidas que afecten al tipo de cambio. En este contexto, estos autores demuestran que el precio de las divisas está fuertemente relacionado con el saldo entre las órdenes de venta y compra realizadas por los agentes de cambio de todo el mundo (*order flows*). La importancia del enfoque planteado por estos autores, se deriva de que el hecho de que los flujos de órdenes permitan explicar mejor, frente al enfoque fundamental, la evolución del tipo de cambio a corto plazo, no significa que este enfoque no sea consistente con el enfoque macroeconómico. Por el contrario, Evans y Lyons, afirman que los fundamentos macroeconómicos son los determinantes inherentes del tipo de cambio, sin embargo, debido a la imprecisión en la medición de algunas variables económicas fundamentales, resulta más útil, para conocer la evolución del tipo de cambio a corto plazo, utilizar, como variable explicativa proxy, los flujos de órdenes de compra y venta. Así, para que el enfoque del tipo de cambio basado en los flujos de órdenes sea coherente con el enfoque teórico macroeconómico, es necesario relajar la hipótesis de que toda información relativa al tipo de cambio es conocida por los agentes, asumiendo que parte de esa información relevante para la determinación del tipo de cambio no es de

conocimiento público, o bien, que no todos los agentes conocen cómo afecta esa información al precio de equilibrio.

En este sentido, el hecho de que los flujos de órdenes puedan explicar correctamente la variación del tipo de cambio a corto plazo se debe, a que, los flujos de órdenes incorporan la existencia de información privada, derivada de que *“si un agente tiene información privilegiada respecto al valor de un activo, esa ventaja informativa le llevará a comprar o vender, permitiendo así a los agentes de cambio aprender de esos comerciantes, ya que un aumento de las compras de un activo es un indicador de buenas noticias respecto al valor del mismo”*. En realidad, la información que incorporan los flujos de órdenes, no es más que el resultado de expectativas heterogéneas respecto al tipo de cambio futuro, que se traducen en alteraciones de la composición de las carteras de los agentes, provocando así variaciones del tipo de cambio.

Finalmente, utilizando datos diarios⁴⁹ del tipo de cambio del marco y del yen frente al dólar, demuestran que los flujos de órdenes explican la mayor parte de la variabilidad del tipo de cambio a corto plazo. En el modelo contrastado incluyen tanto variables macroeconómicas (tipos de interés⁵⁰), con el fin de ser coherentes con el enfoque macroeconómico, como los flujos de órdenes, para incorporar la información privada relativa al tipo de cambio. Así, el modelo estimado queda definido por la siguiente ecuación:

$$\Delta e_t = \beta_1 \Delta(i_t - i_t^*) + \beta_2 \Delta x_t + \varepsilon_t$$

donde e es el logaritmo del tipo de cambio del marco y del yen frente al dólar, i es el tipo de interés nominal de Estados Unidos, i^* es el tipo de interés nominal de Alemania y Japón y Δx representan los flujos de órdenes. Cuando los flujos de órdenes (Δx) son positivos, indica un saldo neto de compras de dólares, lo que provocará una depreciación del marco o del yen, por tanto el signo del parámetro β_2 es positivo.

⁴⁹ El período analizado por estos autores es desde el 1 de mayo hasta el 31 de agosto de 1996.

⁵⁰ El motivo por el cual se escogió únicamente el tipo de interés nominal como variable explicativa macroeconómica se debió a la disponibilidad de datos de esta variable para la frecuencia diaria.

Asimismo, un incremento del diferencial de intereses a favor de Estados Unidos, provocará un incremento del tipo de cambio y por tanto una depreciación del marco o del yen. La estimación del modelo consigue explicar casi el 60% de la variabilidad del tipo de cambio marco/dólar y más de un 30% en el caso del tipo de cambio yen/dólar. Por último, con el fin de contrastar sus resultados frente al trabajo de Meese y Rogoff (1983b), analizan la bondad predictiva del modelo fuera de la muestra, obteniendo de nuevo mejores resultados que los derivados de un paseo aleatorio.

Utilizando de nuevo datos diarios, en este caso sobre la cotización del marco/dólar⁵¹, Evans (1999) contrasta un modelo basado también en los flujos de órdenes⁵², con el fin de analizar los efectos de la información pública y privada sobre la variación del tipo de cambio. Evans (1999) demuestra que, a corto plazo, tan sólo el 50% de la variabilidad del tipo de cambio está relacionada con la información pública, utilizando este argumento para explicar el escaso poder predictivo de los modelos macroeconómicos, ya que estos se basan exclusivamente en la consideración de que toda la información es de carácter público. Este autor define la información pública como aquella que es recibida simultáneamente por todos los agentes, siendo asimismo interpretada por éstos del mismo modo, y que, por tanto, tendrá un efecto sobre los precios de transacción, pero sin afectar a los flujos de órdenes agregados, ya que el efecto de esta información sobre todos los agentes es exactamente el mismo. Por el contrario, la información privada no afecta a todos los agentes por igual, ya que no todos ellos tienen acceso a dicha información; en este caso, la información privada afectará tanto al precio de transacción, como al número de operaciones realizadas y, por tanto, modificará la tendencia del comercio. Siguiendo a Ito, Lyons y Melvin (1998), Evans considera también información privada la originada como consecuencia de la diferente interpretación de la información pública por parte de los agentes, es decir, la derivada de la existencia de expectativas heterogéneas entre los individuos.

⁵¹ El periodo analizado por este autor fue desde el 1 de mayo al 30 de agosto de 1996.

⁵² Evans (1999) define los flujos de órdenes como la diferencia entre las compras y ventas de una divisa, sin tener en cuenta el precio al cual se ha pagado. Así, los flujos de órdenes se incrementarán en una unidad cuando un agente cambiario A decide comprar marcos a otro agente B, y disminuye en una unidad cuando otro agente cambiario C decide vender dólares al agente D.

Según el modelo planteado por Evans, un agente “j” que desee comprar o vender divisas, decidirá realizar o no la transacción comparando su precio de reserva ($r_{j,t}$) con el precio de oferta de venta del agente “i” ($p_{i,t}^a$) y el precio de oferta de compra ($p_{i,t}^b$). Si el precio de oferta de venta del agente i es menor que el precio de reserva del agente j, el agente j decidirá comprar. En el caso contrario, si el precio de oferta de compra del agente i es mayor que el precio de reserva del agente j, el agente j decidirá vender. Finalmente, el saldo entre el número total de compras y de ventas quedará recogido en los flujos de órdenes agregados, siendo estos positivos si el número de compras ha sido mayor al número de ventas.

Asimismo, Evans define otro precio adicional de referencia o de equilibrio (p^*), que sería el que se produciría si todos los agentes tuvieran información simétrica respecto al precio del activo. De esta forma, la diferencia entre el precio de oferta de venta del agente i y dicho precio de referencia, $p_{i,t}^a - p^*$, es el beneficio que obtiene el agente i si vende al precio $p_{i,t}^a$; del mismo modo, $p^* - p_{i,t}^b$, es el beneficio que obtiene el agente i si compra a un precio inferior que el precio de referencia. Las expectativas de cada agente respecto al valor de este precio de referencia dada la información disponible, $E(p_t^* | \Omega_{i,t})$, van a ser precisamente lo que determine los respectivos precios de oferta de venta y de compra. Así, si el agente i piensa que el precio de equilibrio es elevado y por tanto otro agente estará dispuesto a pagar un mayor precio, su precio de oferta de venta será elevado. Por el contrario, si el agente i opina que el precio de referencia es bajo y que, por tanto, otro agente venderá a un precio bajo, en este caso su precio de oferta de compra será también menor.

Definidos así los principales elementos del modelo de Evans, se puede observar que, los flujos de órdenes dependen tanto de los precios de oferta y compra como de los precios de reserva de los agentes. Por tanto, los flujos de órdenes pueden variar como consecuencia de un cambio en los precios de reserva de los agentes, o por el contrario, si hay un cambio en las expectativas de los agentes respecto al precio de referencia p^* .

Así, si los agentes reciben nueva información relativa al precio de la divisa y esta información es de carácter público, en el sentido de que es recibida simétrica y simultáneamente por todos los agentes, esto producirá una variación en los precios de reserva de los agentes, así como un cambio en sus expectativas respecto al precio de equilibrio (p^*). Por tanto, siendo μ_t la media de los precios de reserva, si la información se distribuye de forma simétrica, la variación de los precios de reserva provocará un cambio equivalente en la media, de tal modo que:

$$\nabla E(r_{j,t} | \Omega_{i,t}) = \nabla \mu_t$$

Del mismo modo, y en la misma cuantía, se verán modificadas las expectativas respecto al tipo de cambio de referencia (p^*):

$$\nabla E(p_t^* | \Omega_{i,t}) = \nabla \mu_t$$

En este caso, el efecto de la nueva información sobre los precios de oferta de venta y compra será que estos varían en función de la modificación de las expectativas respecto al precio de referencia ($\nabla p_{i,t}^n = \nabla E(p_t^* | \Omega_{i,t})$), y por tanto el efecto sobre los flujos de órdenes agregados será nulo ($\nabla x_t = 0$).

Si por el contrario, la nueva información es de carácter privado, sí habrá un efecto tanto sobre los flujos de órdenes agregados como sobre los precios de oferta. En este caso, Evans considera la posibilidad de que se den dos alternativas diferentes. La primera de ellas consiste en que la nueva información altera los precios de reserva de algunos agentes económicos y altera, además, las expectativas respecto al tipo de cambio de referencia; no obstante, en este caso la modificación no es equivalente, y dependerá del número de agentes que tienen acceso a la nueva información. Si un agente opina que solamente él conoce la nueva información, no variará su precio de reserva, y por tanto la media de los precios de reserva permanecerá inalterada. La segunda alternativa posible, es que la nueva información modifique los precios de reserva de aquellos agentes conocedores de dicha información, pero que no modifique

las expectativas respecto al precio de referencia (p^*). En este caso, también variarán los flujos de órdenes y los precios de oferta de venta y compra, aunque la cuantía de la variación será diferente.

Aplicando este planteamiento a la cotización horaria del marco/dólar durante cuatro meses, Evans demuestra que, en el muy corto plazo⁵³, más de la mitad de la variabilidad del tipo de cambio, viene determinada por la existencia de información privada entre los agentes económicos. Asimismo, observa cómo los precios sobre-reaccionan ante la nueva información privada. Las implicaciones derivadas del trabajo de Evans podrían servir como fuente de explicación para el fallo empírico generalizado de los modelos teóricos basados en los fundamentos económicos. No obstante, estos resultados son específicos para horizontes muy cortos, por lo que Evans intenta contrastar, utilizando el mismo periodo, si sus resultados se mantienen al considerar periodos de varias semanas, meses o incluso periodos mayores. Para ello, descompone la varianza del tipo de cambio en función de la varianza de la información pública y privada, observando que los resultados se mantienen en dichos periodos más amplios.

Siguiendo el modelo original planteado por Evans y Lyons, Rime (2001) contrasta la evolución del tipo de cambio de la corona noruega frente al dólar, al marco alemán, la corona sueca y la libra esterlina, obteniendo resultados favorables muy similares a los de Evans y Lyons⁵⁴. Los flujos de órdenes resultan significativos y con el signo correcto en todas las estimaciones realizadas por este autor; asimismo, el diferencial de tipos de interés sí resulta significativo y de nuevo con el signo correcto. El aspecto diferencial del contraste empírico realizado por Rime, frente al modelo original, es que, en el caso de este autor, la frecuencia utilizada para analizar los datos del tipo de cambio es semanal en lugar de diaria, lo que, dados los buenos resultados estructurales, implicaría que la información privada contenida en los flujos de órdenes de compra y venta, se extiende más allá de la frecuencia diaria.

⁵³ Evans (1999) analiza periodos de 5 minutos, 1 hora y 5 horas.

⁵⁴ En este caso, el porcentaje de variabilidad explicado por el modelo planteado por Rime (2001) es del 33% en el caso del tipo de cambio de la corona respecto al marco alemán, y superior al 20% en el resto de divisas.

Asimismo, Rime resalta el hecho de que la moneda analizada en su trabajo, -la corona noruega-, es una divisa correspondiente a una economía pequeña, mientras que en el caso de Evans y Lyons el análisis se realizó sobre las principales divisas del mundo. Dada esta diferencia, el hecho de que los resultados de ambos trabajos sean similares significa por tanto que la existencia de información privada en el mercado de divisas, afecta por igual a los tipos de cambio, independientemente del tamaño de los países asociados a dichas divisas.

Tomando de nuevo como punto de partida los resultados obtenidos por Evans y Lyons (1999), Bachetta y Wincoop (2003) afirman que la fuerte correlación existente entre la evolución del tipo de cambio a corto plazo y los flujos de órdenes de compraventa, se debe a la existencia de heterogeneidad de agentes en el mercado. Por este motivo, sugieren un modelo, de corte monetario, al que incorporan la hipótesis de heterogeneidad de agentes económicos, con el fin de analizar el efecto de dicha heterogeneidad sobre la dinámica del tipo de cambio. La característica diferencial del modelo planteado por estos autores, es que, además de asumir diversidad de agentes económicos, asumen que los agentes tienen información heterogénea respecto a la evolución de los fundamentos económicos, en el sentido de que no todos los agentes económicos tienen las mismas expectativas respecto a la evolución de los fundamentos. La heterogeneidad de agentes se deriva de la participación en el mercado de agentes no racionales (noise traders), pero también de otros agentes racionales cuyos fines no son especulativos, como por ejemplo, "liquidity traders"⁵⁵, agentes que muestran preferencias por determinados stocks, o agentes asociados con diferentes oportunidades de acceso a inversiones privadas.

Así, Bachetta y Wincoop demuestran que, cuando la información es heterogénea, la contratación basada en aspectos diferentes a los fundamentos económicos puede tener un efecto predominante sobre el tipo de cambio, provocando una intensa volatilidad del mismo, mientras que, cuando todos los agentes tienen la misma información respecto a los fundamentos económicos, el efecto de la contratación basada en factores no fundamentales, apenas tiene efecto sobre el tipo de cambio. La

⁵⁵ Otros autores, como Osler (1998), identifican a los noise traders con los liquidity traders.

explicación que ofrecen estos autores a esta característica, es que cuando la información es heterogénea, el tipo de cambio en sí mismo se convierte en una fuente de información sobre la evolución futura de los fundamentos económicos.

CAPITULO IV.
UN MODELO NO LINEAL CON EXPECTATIVAS
HETEROGÉNEAS PARA EL TIPO DE CAMBIO
DÓLAR/ EURO

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se especifica un modelo cuyo objetivo es explicar la evolución mensual del tipo de cambio dólar/euro desde su nacimiento hasta enero de 2003.

El capítulo se ha estructurado en dos apartados. En el primero de ellos y tomando como referencia las predicciones individuales a un mes, tres meses y un año, contenidas en una encuesta realizada a un amplio conjunto de instituciones, se realiza un contraste para evidenciar empíricamente la existencia de expectativas heterogéneas en la evolución del tipo de cambio dólar/euro.

Una vez demostrada la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos en relación a las expectativas sobre la cotización futura del tipo de cambio dólar/euro, se propone un modelo con expectativas heterogéneas, derivadas de la participación en el mercado de agentes chartistas y fundamentalistas. Adicionalmente, con el fin de recoger las no linealidades observadas en la evolución del tipo de cambio, la especificación del modelo propuesto incluye un comportamiento no lineal, derivado de asumir que los agentes no mantienen constantes sus expectativas a lo largo del tiempo.

IV.1. HIPÓTESIS DE EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS

En el trabajo que aquí se presenta se ha contrastado la hipótesis de existencia de expectativas heterogéneas, entre los diversos participantes en el mercado, a partir de dos procedimientos alternativos pero complementarios:

1. Aplicar el contraste propuesto por Ito (1990) y posteriormente utilizado por MacDonald y Marsh (1996), en el que se estima la desviación respecto a la media de las previsiones individuales realizadas por un conjunto de diferentes

- agentes económicos en función de un término independiente, con el fin de buscar la existencia de efectos diferenciales entre las previsiones individuales de los distintos agentes.
2. Realizar una clasificación previa de los panelistas en función de la distancia entre sus previsiones individuales y en el caso de poder agruparles en distintos grupos, una vez identificados, analizar si efectivamente las diferencias entre los grupos planteados son estadísticamente significativas.

Para contrastar la hipótesis de existencia de expectativas heterogéneas se ha utilizado como información de partida las previsiones a un mes, tres meses y un año del tipo de cambio dólar/euro, contenidas en la publicación mensual *Foreign Exchange Consensus Forecast* realizada por Consensus Economics. En dicha publicación se recogen, mensualmente, las previsiones respecto al tipo de cambio dólar/euro, así como frente a otras divisas, realizadas por un amplio conjunto de panelistas (aproximadamente 100), entre los que se encuentran bancos comerciales y de inversión, multinacionales y centros de investigación económica. A pesar de recoger previsiones de casi un centenar de instituciones, las previsiones individuales que se publican periódicamente corresponden a un total de entre veinte y veinticinco panelistas cada mes. Sin embargo, las previsiones analizadas en este trabajo se corresponden con un total de veintitrés⁵⁶, por no disponer de suficientes previsiones para algunas de las instituciones. En concreto, el periodo analizado para contrastar la hipótesis de expectativas heterogéneas ha sido desde Enero de 2001 hasta Enero de 2003⁵⁷, con la excepción de la encuesta correspondiente a abril de 2001, la cual no ha podido tenerse en cuenta por no disponer del informe correspondiente a dicho periodo.

IV.1.1. Hipótesis de expectativas heterogéneas a partir del contraste de Ito

Como se mostró en el Capítulo III, Ito (1990) propuso un sencillo y útil método para contrastar la existencia de expectativas heterogéneas entre los distintos agentes participantes en el mercado. Para ello utilizó las previsiones sobre el tipo de cambio, con diferentes horizontes temporales, realizadas por un amplio conjunto de instituciones

⁵⁶ El listado de las instituciones participantes en la encuesta se muestra en el Anexo I.

⁵⁷ En dicho periodo no han podido incluirse las predicciones realizadas en el mes de abril de 2001, por no disponer de la información correspondiente a dicho periodo.

(bancos, empresas exportadoras, centros de análisis económico, etc). La hipótesis de la que partía Ito, era que la previsión sobre el tipo de cambio realizada por cada agente económico j para el periodo $t+k$ ($e_{t+k}^{e,j}$), estaba basada en un componente común al resto de agentes económicos (X_t), el cual dependía de la información pública conocida en el momento de formar sus expectativas (t), más un componente diferencial que caracterizaba las previsiones de cada agente respecto al resto (g_t^j), el cual dependía a su vez de la información privada que pudiera conocer el agente j así como del modelo que utilizara dicho agente para formar sus expectativas. En definitiva, $e_{t+k}^{e,j} = X_t + g_t^j + \varepsilon_t^j$. Del mismo modo, la previsión media realizada por todos los agentes estaría compuesta por el componente común a todos los agentes económicos derivado de la información pública, más la media de los efectos diferenciales de todos los agentes económicos (g_t^A), es decir, $e_{t+k}^e = X_t + g_t^A + u_t$. Finalmente lo que contrastaba Ito era el diferencial de la previsión realizada por un agente j en el momento t respecto a la media de las previsiones, por lo que normalizando $g_t^A = 0$, la ecuación a contrastar quedaba definida como $e_{t+k}^{e,j} - e_{t+k}^e = g_t^j + (\varepsilon_t^j - u_t)$.

Según este planteamiento y sin necesidad de tener información respecto a los efectos diferenciales de cada agente económico, Ito estimaba dicho diferencial en función de un término independiente, obteniendo por tanto como valor estimado del parámetro la media del diferencial de las previsiones entre cada agente respecto a la media del conjunto de agentes económicos ($e_{t+k}^{e,j} - e_{t+k}^e$), cuyo valor es lógicamente cero. Ito aceptaba la existencia de expectativas heterogéneas si dicho parámetro era significativamente diferente de cero.

Los resultados derivados de la aplicación de la metodología propuesta por Ito se muestran en el cuadro IV.1. En la columna de la izquierda se muestra el periodo en que se realizaron las respectivas previsiones por parte de cada agentes económico. Como puede observarse, en todos los casos el valor del parámetro estimado para el término independiente es cero; sin embargo y corroborando los resultados obtenidos por Ito, en ninguno de los casos dicho parámetro resulta significativo, obteniendo un nivel de

significación del 100%, o lo que es lo mismo un nivel de confianza asociado al valor cero del parámetro estimado del 0%.

Cuadro IV.1. Estimación MCO del diferencial entre las previsiones individuales y la media del conjunto a un mes, tres meses y doce meses.

Periodo en que se han realizado las previsiones	Previsiones a 1 mes		Previsiones a 3 meses		Previsiones a 12 meses	
	Término independiente	Estadístico t	Término independiente	Estadístico t	Término independiente	Estadístico t
Enero de 2001	-1,11E-17	-2,05E-15	5,55E-17	8,10E-15	4,44E-17	3,92E-15
Febrero de 2001	1,31E-17	1,54E-15	-7,84E-17	-7,23E-15	-3,92E-17	-2,90E-15
Marzo de 2001	1,69E-16	3,51E-14	-1,05E-16	-1,35E-14	-8,18E-17	-6,17E-15
Mayo de 2001	-1,06E-16	-1,60E-14	3,17E-16	3,93E-14	-5,29E-18	-3,61E-16
Junio de 2001	-5,55E-17	-1,07E-14	8,67E-19	8,21E-17	6,94E-18	5,17E-16
Julio de 2001	-7,01E-17	-1,22E-14	0,00E+00	0,00E+00	-1,17E-17	-8,40E-16
Agosto de 2001	-1,11E-16	-1,44E-14	-5,85E-18	-5,84E-16	1,53E-16	1,37E-14
Septiembre de 2001	5,84E-17	9,29E-15	3,05E-16	3,47E-14	-3,33E-17	-2,22E-15
Octubre de 2001	1,53E-16	3,22E-14	1,99E-17	3,59E-15	-2,60E-17	-1,70E-15
Noviembre de 2001	6,78E-17	1,20E-14	2,04E-16	2,70E-14	1,73E-16	1,15E-14
Diciembre de 2001	2,92E-17	5,54E-15	2,34E-16	2,51E-14	4,09E-17	2,72E-15
Enero de 2002	-2,90E-17	-5,88E-15	-7,22E-17	-8,47E-15	-2,11E-16	-1,70E-14
Febrero de 2002	7,22E-17	1,28E-14	4,23E-17	5,48E-15	4,44E-17	3,39E-15
Marzo de 2002	2,11E-17	4,13E-15	-1,11E-16	-1,34E-14	-1,85E-16	-1,99E-14
Abril de 2002	-4,30E-18	-7,99E-16	1,32E-16	1,78E-14	-4,76E-17	-4,33E-15
Mayo de 2002	-1,17E-16	-2,30E-14	-6,17E-18	-8,03E-16	1,85E-17	1,98E-15
Junio de 2002	5,55E-17	1,36E-14	-5,00E-17	-8,00E-15	-8,78E-17	-6,96E-15
Julio de 2002	1,11E-16	2,10E-14	-1,17E-16	-1,48E-14	1,54E-16	1,00E-14
Agosto de 2002	-1,17E-16	-3,43E-14	1,85E-16	3,09E-14	5,29E-17	4,46E-15
Septiembre de 2002	5,84E-18	1,85E-15	-2,34E-17	-3,93E-15	1,34E-16	1,09E-14
Octubre de 2002	-5,82E-17	-9,35E-15	-2,22E-16	-2,91E-14	-1,32E-16	-1,03E-14
Noviembre de 2002	1,17E-17	1,43E-15	2,34E-17	3,23E-15	-2,10E-16	-1,45E-14
Diciembre de 2002	1,11E-16	2,62E-14	2,34E-17	4,11E-15	9,35E-17	7,00E-15
Enero de 2003	-1,70E-16	-4,23E-14	-1,31E-17	-1,55E-15	2,61E-17	2,31E-15

IV.1.2. Hipótesis de expectativas heterogéneas a partir de una clasificación previa de los agentes económicos

Como se ha señalado anteriormente y con el fin de completar los resultados obtenidos respecto a la existencia de efectos diferenciales entre las previsiones individuales de los agentes económicos tal como propuso Ito (1990), se propone a continuación un contraste complementario que permita corroborar, a partir de otra

metodología alternativa, la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos.

La metodología que aquí se propone, consiste en clasificar previamente a los agentes económicos atendiendo a la distancia métrica entre las diversas predicciones respecto al tipo de cambio, con el fin de que los grupos formados sean, en relación a los componentes del grupo lo más similares posibles, y en relación al resto de grupos identificados, lo más diferentes posibles. La técnica empleada para ello ha sido lo que se conoce como análisis de conglomerados o, más comúnmente, análisis cluster. La idea básica de esta técnica estadística consiste en agrupar a los sujetos o individuos atendiendo a las diferencias existentes, medidas a partir del concepto de distancia, entre un conjunto específico de variables cuantitativas. Si bien las medidas de distancia son variadas, en el trabajo presentado se ha escogido la distancia euclídea, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (e_k^{e,i} - e_k^{e,j})^2}$$

donde “p” es el número de variables y por tanto, el número de predicciones consideradas para realizar la clasificación de los agentes, e “i” y “j” representan dos elementos pertenecientes a la muestra, es decir, serán cada uno de los participantes en la encuesta. De la expresión anterior se deduce que la distancia será positiva cuando los dos individuos (panelistas) difieran en al menos una predicción, y nula cuando los dos individuos realicen la misma predicción del tipo de cambio.

Una vez agrupados los diversos agentes económicos en grupos, atendiendo a sus previsiones respecto al tipo de cambio, se ha analizado la existencia de efectos diferenciales entre los grupos identificados, realizando para ello un análisis de la varianza, descomponiéndola en la “variación intra”, es decir, la variación observada dentro de cada uno de los grupos identificados y la “variación entre”, es decir, la variación observada entre los distintos grupos. Este contraste, conocido como Análisis de la Varianza (Anova), persigue un doble objetivo: que la varianza observada dentro de cada uno de los grupos sea mínima (variación intra) y que la varianza entre los distintos

grupos sea máxima (variación entre), es decir, que dentro de cada grupo los individuos sean lo más parecidos posibles, y que los grupos sean lo más diferentes entre sí.

Como se decía anteriormente, la información disponible estaba constituida por las predicciones a un mes, tres meses y un año, realizadas por un total de 23 instituciones a lo largo de dos años (Enero 2001- Enero 2003). Dado que no todos los panelistas han participado en la encuesta desde el inicio del periodo analizado, fue preciso eliminar cuatro instituciones de la muestra, por no disponer de suficiente información para ellas. Adicionalmente, sólo cuatro instituciones han participado en la encuesta en todos y cada uno de los 24 meses analizados⁵⁸, por lo que analizar conjuntamente toda la información relativa a los dos años no resulta adecuado por dos motivos:

- En primer lugar supone prescindir de una importante cantidad de información al no disponer de predicciones durante todo el periodo por parte de todas las instituciones.
- En segundo lugar, no resulta lógico analizar conjuntamente toda la información ya que las predicciones contenidas en la encuesta son información dinámica, en el sentido de que cada mes, cada institución realiza sus predicciones para el siguiente mes, así como para los tres y doce meses siguientes; por tanto, analizar conjuntamente las encuestas de dos años supondría analizar simultáneamente información que, ya de por sí, es muy heterogénea, ya que en la encuesta de enero de 2001 se incluyen las predicciones para febrero de ese mismo año, mientras que en la encuesta de diciembre de 2002 se incluyen las predicciones para enero de 2003. Podría ser lógico analizar las encuestas de los dos años conjuntamente, si las distintas instituciones fueran constantes en sus predicciones, es decir, si se observara un patrón definido de comportamiento a la hora de realizar sus predicciones. Suponer esto como hipótesis de partida es ir en contra de una realidad ya contrastada: los agentes económicos no son constantes a lo largo del tiempo, dando en determinadas ocasiones más importancia a la

⁵⁸ Estas cuatro instituciones fueron: Commerzbank, Oxford Economics Forecasting, Westdeutsche LBank y ING Bank.

evolución pasada del tipo de cambio y en otras, haciendo más hincapié en la información relativa a los fundamentos económicos.

Una vez conocidos estos inconvenientes, el procedimiento utilizado para contrastar la hipótesis de expectativas heterogéneas ha sido:

1. Analizar los resultados de la encuesta en grupos de tres meses, entendiendo que tres meses es un periodo suficiente para poder observar diferencias entre los agentes económicos, en caso de que existan, y además no es lo suficientemente amplio como para que pueda producirse un importante cambio en la formación de las expectativas respecto al tipo de cambio por parte de cada uno de los agentes. Con el fin de que los grupos sean homogéneos, el mes de enero de 2003 ha sido analizado por separado, para no incluir las predicciones de un mes adicional en uno de los grupos. Por tanto, se han realizado un total de 9 agrupaciones distintas entre los panelistas incluidos en Consensus Forecast, respondiendo cada una de dichas agrupaciones a las predicciones contenidas en los informes a lo largo de tres meses (ver cuadro IV.2).
2. La metodología empleada hasta aquí, podría considerarse suficiente para contrastar la hipótesis de expectativas heterogéneas, ya que si es posible agrupar los individuos en función de sus predicciones respecto al tipo de cambio, y se identifican varios grupos diferentes, es porque los individuos contenidos en dichos grupos poseen características comunes que permiten agruparles, al mismo tiempo que características diferenciales que les alejan de las predicciones realizadas por otros individuos. No obstante, y con el fin de aplicar un contraste más robusto, se ha realizado un análisis de la varianza utilizando como variable endógena los grupos identificados en la primera etapa, y como variable explicativa las predicciones realizadas por cada panelista cada mes, es decir, para cada uno de los 24 meses de los que se disponía de información.

IV.1.2.1. Resultados

En el cuadro IV.2. se muestra el número de grupos identificados a partir del análisis cluster aplicado sobre las distintas previsiones realizadas por los 23 panelistas durante el periodo Enero 2001-Enero 2003 (con la excepción de Abril de 2001 por no disponer de la información). El primer aspecto que es necesario destacar es que se observan, en todos los casos analizados, grupos de individuos muy claramente diferenciados, observándose una media de cinco grupos diferentes, si bien en términos generales se pueden identificar tres grupos con un número suficiente de panelistas y otros dos o tres grupos en los que el número de agentes es relativamente pequeño y además realizan predicciones del tipo de cambio muy alejadas de la media.

En segundo lugar, como puede observarse en el cuadro IV.2, en media, a medida que aumenta el horizonte de predicción, el número de grupos que pueden ser identificados disminuye ligeramente, observándose así una media de cinco grupos en las previsiones a un mes y cuatro grupos en las previsiones a un año. Aunque estas diferencias no son muy importantes -tan sólo una disminución de un grupo- sí ofrecen una idea intuitiva respecto a las características de las expectativas de los agentes económicos: mientras que a corto plazo se observa mayor dispersión y, por tanto, mayor incertidumbre respecto al tipo de cambio futuro, a medio plazo (previsiones a 12 meses) el grado de acuerdo, manteniendo la heterogeneidad de expectativas, es algo mayor.

Cuadro IV.2. Número de grupos identificados a partir del Cluster

	Previsiones a 1 mes	Previsiones a 3 meses	Previsiones a 12 meses
Ene. 01 - Mar. 01	6	4	6
May. 01 - Jun. 01	6	4	5
Jul.01 - Sep.01	4	5	4
Oct.01 - Dic. 01	5	6	3
Ene. 02 - Mar. 02	7	5	4
Abr.02 - Jun. 02	5	5	3
Jul.02 - Sep.02	7	4	3
Oct.02 - Dic. 02	3	6	4
Ene. 03	3	4	4
MEDIA N° GRUPOS	5,1	4,8	4,0

Otra característica importante observada al clasificar a los agentes económicos en grupos, es que no se observa una estructura homogénea a lo largo del tiempo, es decir, los componentes de los grupos, no suelen mantenerse en el tiempo, corroborando así la hipótesis de que la formación de las previsiones de los agentes económicos no se mantienen constantes, en el sentido de que en un momento determinado un agente económico puede atender en mayor medida a la información relativa a los fundamentos económicos, mientras que en otros momentos se ve más influenciado por la evolución reciente del tipo de cambio. Por tanto, individualmente, no se observa un único patrón de comportamiento entre los diversos agentes económicos, observándose como en unos casos un agente tiende a sobrevalorar la predicción recogida por la media, mientras que en otras ocasiones tiende a situarse por debajo.

Como paso final para el contraste de la hipótesis de expectativas heterogéneas, en el cuadro IV.3. se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis de la varianza, que como se decía anteriormente, se ha basado en analizar si existen diferencias significativas entre los grupos identificados, atendiendo a las previsiones del tipo de cambio realizadas por cada uno de los grupos.

Cuadro IV.3. Resultados del Análisis de la varianza

Periodo en que se realiza la previsión	Previsiones a 1 mes		Previsiones a 3 meses		Previsiones a 12 meses	
	Estadístico F	Nivel de Significación	Estadístico F	Nivel de Significación	Estadístico F	Nivel de Significación
Enero 2001	39,12	0,000	4,00	0,038	9,44	0,002
Febrero 2001	19,60	0,000	14,20	0,000	16,18	0,000
Marzo 2001	7,60	0,005	21,78	0,000	8,92	0,003
Mayo 2001	20,50	0,000	13,45	0,000	27,60	0,000
Junio 2001	9,27	0,002	31,43	0,000	35,13	0,000
Julio 2001	7,25	0,011	14,36	0,001	24,08	0,000
Agosto 2001	27,56	0,000	22,06	0,000	17,33	0,000
Septiembre 2001	9,08	0,006	34,09	0,000	18,89	0,000
Octubre 2001	10,97	0,002	14,00	0,001	12,61	0,001
Noviembre 2001	47,08	0,000	16,60	0,000	31,79	0,000
Diciembre 2001	17,94	0,000	12,24	0,001	38,07	0,000
Enero 2002	16,39	0,000	21,87	0,000	59,28	0,000
Febrero 2002	8,00	0,002	27,45	0,000	32,96	0,000
Marzo 2002	12,71	0,000	31,37	0,000	16,23	0,000
Abril 2002	14,33	0,000	9,02	0,002	7,02	0,010
Mayo 2002	23,55	0,000	10,15	0,002	53,01	0,000
Junio 2002	6,27	0,009	17,76	0,000	7,58	0,007
Julio 2002	24,13	0,000	35,17	0,000	12,24	0,001
Agosto 2002	10,68	0,002	23,95	0,000	25,46	0,000
Septiembre 2002	7,82	0,005	12,16	0,001	29,35	0,000
Octubre 2002	59,99	0,000	12,95	0,001	31,79	0,000
Noviembre 2002	11,68	0,002	24,61	0,000	34,99	0,000
Diciembre 2002	0,06	0,947	10,10	0,002	17,69	0,000
Enero 2003	54,18	0,000	117,20	0,000	44,55	0,000

Como puede observarse, el nivel de significación asociado al estadístico F en cada una de las previsiones es, en todos los casos con la excepción de las previsiones a un mes realizadas en diciembre de 2002, inferior al 5% estadísticamente deseable, implicando por tanto, que se puede aceptar la hipótesis nula de existencia de efectos diferenciales entre los grupos identificados en relación a sus previsiones respecto al tipo de cambio.

Una vez contrastada empíricamente la existencia de expectativas heterogéneas, el siguiente paso necesario es la especificación de un modelo que permita considerar dicha heterogeneidad de expectativas y, explicar adecuadamente la dinámica del tipo de cambio cuando dichas expectativas son heterogéneas. Con este objetivo, se plantea el siguiente apartado.

IV.2. UN MODELO CON EXPECTATIVAS HETEROGÉNEAS PARA EL TIPO DE CAMBIO DÓLAR/ EURO.

Como ya se mostró en el Capítulo III, autores como Allen y Taylor (1990, 1992), Menkhoff (1997), Lui y Mole (1998), Oberlechner (2001), Cheung y Wong (2000) y Cheung y Chinn (1999b, 2001) han señalado, a partir de trabajos basados en encuestas, que los agentes participantes en el mercado cambiario pueden clasificarse, de forma genérica, en “agentes chartistas”, o agentes que utilizan mayoritariamente la información derivada del análisis técnico para formar sus expectativas respecto al tipo de cambio y, “agentes fundamentalistas”, o agentes que forman sus expectativas tomando como punto de referencia la información derivada de los determinantes económicos del tipo de cambio.

No obstante, una de las conclusiones generales obtenidas de forma común por los autores anteriormente señalados, es que, aunque los agentes económicos puedan ser clasificados como agentes chartistas, porque utilicen mayoritariamente reglas simples de compraventa basadas en la evolución pasada del tipo de cambio, estos agentes tienen en cuenta, adicionalmente, los fundamentos económicos del tipo de cambio, si bien consideran que, a corto plazo, la importancia de estos sobre la evolución del tipo de cambio es escasa. Del mismo modo, los denominados agentes fundamentalistas, sabiendo que los fundamentos económicos son las variables que determinan la evolución del tipo de cambio a largo plazo, son conscientes de que, a corto plazo, el tipo de cambio puede desviarse de forma importante respecto al valor de equilibrio, como consecuencia de la participación en el mercado de agentes chartistas que generan efectos de arrastre en la dinámica a corto plazo del tipo de cambio.

Por este motivo, en el presente trabajo se propone un modelo para determinar la dinámica del tipo de cambio a corto plazo, que pretende incorporar, de alguna manera, esta característica de los agentes participantes en el mercado. Así, como se explica a continuación, se plantea un modelo en el que, asumiendo la heterogeneidad de expectativas derivada de la diferente información utilizada por los participantes en el mercado, dichas expectativas no son constantes en el tiempo, infiriéndose por tanto, un comportamiento no lineal en la evolución del tipo de cambio derivado precisamente, de

los cambios producidos en las expectativas de los agentes económicos. En concreto, en el modelo que se plantea, se asume que el cambio en las expectativas afecta a los agentes chartistas de tal forma que, en determinados momentos dichos agentes extrapolan la tendencia observada del tipo de cambio, mientras que en otras ocasiones, sus expectativas son regresivas, en el sentido de que prevén que el tipo de cambio revierta su tendencia hacia un determinado valor. La hipótesis que sustenta este comportamiento cambiante en las expectativas de los agentes chartistas, se encuentra en que dichos agentes utilizan reglas simples de compraventa basadas en unas bandas máximas y mínimas que les orientan respecto al momento en que comprar o vender la divisa.

Así, el modelo propuesto se asienta sobre dos hipótesis fundamentales. En primer lugar y tomando como referencia la hipótesis de existencia de expectativas heterogéneas, demostrada en el apartado anterior, se asume que el mercado está constituido por diversidad de agentes económicos, los cuales forman sus expectativas respecto al tipo de cambio futuro de forma heterogénea en función del tipo de información que utilicen.

Básicamente, pueden diferenciarse dos grandes grupos de agentes económicos:

1) **Fundamentalistas**: consideran que el tipo de cambio viene determinado por sus fundamentos económicos (PPA, oferta monetaria, renta real, tipos de interés, cuenta corriente, etc...). Por este motivo, la variación esperada, a corto plazo, del tipo de cambio es una función en la que se asume que el tipo de cambio corriente se ajusta hacia su valor de equilibrio a una determinada velocidad; 2) **No fundamentalistas**⁵⁹: son agentes económicos que opinan que, a corto plazo, los fundamentos económicos no tienen una influencia relevante en la variación del tipo de cambio, ya que consideran que existen asimetrías de información entre los diversos participantes en el mercado, existiendo así agentes económicos con información privada respecto al tipo de cambio futuro. Sus expectativas respecto a la variación, a corto plazo, del tipo de cambio, se forman a partir de la evolución pasada del tipo de cambio. No obstante, estos agentes actúan racionalmente en el sentido de que consideran también la desviación del tipo de

⁵⁹ Como se vio a lo largo del Capítulo III, resulta común denominar a estos agentes como agentes chartistas, agentes con información incompleta, agentes no racionales, “noise traders”, etc.

cambio respecto a su valor fundamental. Por tanto, las expectativas de los agentes no fundamentalistas se encuentran influenciadas también por la desviación del tipo de cambio respecto a su valor fundamental, en el sentido de que cuando la divisa de un país se está apreciando pero dicha divisa se encuentra sobrevalorada en términos fundamentales, sus expectativas se verán modificadas disminuyendo la intensidad con la que extrapolan el tipo de cambio futuro.

La segunda hipótesis básica del modelo que se plantea es que, el valor de equilibrio del tipo de cambio, a largo plazo, viene determinado por la paridad del poder adquisitivo en su versión relativa. Por tanto, a largo plazo, las variaciones del tipo de cambio compensan el diferencial de inflación entre las economías correspondientes. Esta hipótesis puede resultar quizás demasiado simplista e, incluso, podría ser “incoherente” con la hipótesis inicial de expectativas heterogéneas, ya que supone asumir que todos los agentes, fundamentalistas y no fundamentalistas, están de acuerdo respecto al valor de equilibrio del tipo de cambio. Como se mostró en el Capítulo II, el número de teorías existentes sobre el tipo de cambio no puede calificarse, en ningún caso, como pequeño, lo que implica que los agentes económicos utilizan diferentes modelos teóricos para formar sus expectativas respecto al tipo de cambio de equilibrio. Sin embargo, a pesar de este inconveniente, se ha escogido dicha condición ya que, a largo plazo, sí existe un consenso generalizado entre economistas en asumir el cumplimiento de la paridad del poder adquisitivo y ésta suele ser tomada como referente del tipo de cambio de equilibrio por muchos agentes económicos. Asimismo, elegir otro modelo teórico más sofisticado que intentara incluir los diversos aspectos de los modelos teóricos, daría lugar a los mismos problemas, ya que, lógicamente, no todos los agentes económicos podrían utilizar dicho modelo para determinar el valor fundamental del tipo de cambio.

Tomando como referencia dichas hipótesis, a continuación se explicitan las funciones que determinan las respectivas expectativas de los agentes fundamentalistas y no fundamentalistas, a los que a partir de ahora denominaremos agentes chartistas.

Siguiendo el planteamiento realizado por Frankel y Froot (1986), los agentes fundamentalistas prevén que el tipo de cambio tiende hacia su valor de equilibrio a una determinada velocidad medida por el parámetro positivo θ :

$$e_{t+1}^{e,f} = e_t - \theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) \quad 0 < \theta < 1$$

por lo que:

$$\Delta e_{t+1}^{e,f} = -\theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) \quad 0 < \theta < 1$$

donde “e” representa el logaritmo natural del tipo de cambio expresado en número de unidades de la moneda extranjera (Dólar americano) por unidad monetaria interna. Por tanto, aumentos del tipo de cambio suponen una apreciación de la divisa interna frente a la externa y, disminuciones del tipo de cambio implican una depreciación de la divisa nacional. El superíndice “e” hace referencia al operador de expectativas y, el superíndice “f” hace referencia a que dichas expectativas son las realizadas por los agentes fundamentalistas; por tanto $e_{t+1}^{e,f}$ representa el tipo de cambio esperado (en el momento t) por los agentes fundamentalistas para el periodo t+1. Finalmente, \bar{e} representa el logaritmo del valor de equilibrio del tipo de cambio, asumiéndose que dicho valor viene determinado por la paridad del poder adquisitivo en su versión relativa ($\Delta \bar{e} = \Delta \ln(P^*) - \Delta \ln(P)$), siendo P^* y P los respectivos índices de precios del país extranjero (en este caso, Estados Unidos) y la economía interna (Unión Monetaria). El parámetro positivo θ , representa la velocidad de ajuste del tipo de cambio hacia su valor de equilibrio. Como puede observarse, cuando los agentes fundamentalistas forman sus expectativas respecto al tipo de cambio para el periodo t+1, no se fijan en la desviación observada del tipo de cambio respecto a la PPA en el periodo anterior, sino que toman como valor de referencia, dicha diferencia pero en “t-p” periodos, ya que el tipo de cambio no se ajusta en un único periodo a su valor de equilibrio, sino que dicho ajuste se produce paulatinamente a lo largo de un periodo de tiempo determinado que, a priori, es desconocido. Por tanto, a la hora de estimar las

expectativas de los agentes fundamentalistas respecto al tipo de cambio, será necesario estimar previamente cuál es el periodo de referencia en el que se fijan dichos agentes.

Por su parte, los agentes chartistas prevén que, a corto plazo, el tipo de cambio está fuertemente influenciado por su evolución pasada. Por tanto, si la divisa interna se está apreciando, en principio, los agentes chartistas preverán una nueva apreciación de la moneda. Del mismo modo, si la moneda interna está depreciándose, los chartistas esperarán una nueva disminución del tipo de cambio.

$$e_{t+1}^{e, ch} = e_t + \phi_t \left(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i} \right)$$

donde η representa el grado de extrapolación considerado por agentes chartistas, por lo que:

$$\Delta e_{t+1}^{e, ch} = \phi_t \left(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i} \right)$$

donde $e_{t+1}^{e, ch}$ expresa el tipo de cambio esperado (en el periodo t) por los agentes chartistas para el periodo $t+1$.

Sin embargo, el parámetro ϕ_t no es constante a lo largo del tiempo, pudiendo ser positivo, en cuyo caso implicará expectativas de arrastre por parte de los agentes chartistas o, por el contrario, negativo, implicando en este caso que los agentes chartistas prevén que el tipo de cambio revierta su tendencia hacia un determinado valor.

Esta característica de los agentes chartistas, resulta coherente con el debate existente en torno a si las expectativas de los agentes chartistas tienen un carácter estabilizador, influyendo sobre la dinámica del tipo de cambio para que tienda hacia el equilibrio o, por el contrario, las expectativas de los chartistas influyen sobre el tipo de cambio haciendo que se aleje aún más de su valor de equilibrio, en cuyo caso, el comportamiento de los agentes chartistas tendría una influencia desestabilizadora sobre

el tipo de cambio. Por tanto, el carácter estabilizador o desestabilizador de las expectativas de los agentes no fundamentalistas, vendrá determinado por la desviación existente entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio.

Así, si la moneda se está apreciando pero se encuentra por debajo de su valor de equilibrio, los agentes chartistas, extrapolando la tendencia contribuirán a que el tipo de cambio se acerque al valor de equilibrio. Del mismo modo, si la moneda se está depreciando pero se encuentra en una situación de sobrevaloración, el hecho de que los chartistas estimen una nueva depreciación provocará de nuevo que el tipo de cambio tienda hacia el equilibrio. En estas dos situaciones propuestas, el signo del parámetro sería positivo y, sin embargo, el carácter de los chartistas sería estabilizador. Resulta evidente, sin embargo, que alterando la situación inicial del tipo de cambio respecto al valor de equilibrio, cambiaría el efecto de las expectativas chartistas sobre el tipo de cambio, contribuyendo a desestabilizarlo. Es decir, si la moneda se está apreciando y además se encuentra sobrevalorada respecto al equilibrio, los chartistas provocarán que el tipo de cambio se aleje aún más del equilibrio, ocurriendo lo mismo cuando la moneda se esté depreciando y parta de una posición infravalorada.

Los chartistas no siempre extrapolan la tendencia observada del tipo de cambio ya que, en determinados momentos, prevén cambios en la dirección del tipo de cambio. El problema se encuentra en cómo determinar cuando los agentes chartistas esperan un cambio en la tendencia del tipo de cambio. Autores como Pilbeam (1995), Rötheli (2001) y Manzan y Westerhoff (2002), toman como punto de referencia para determinar los cambios en las expectativas de los agentes chartistas la evolución reciente del tipo de cambio; en concreto, Pilbeam y Rötheli asumen que cuando la dirección de la variación del tipo de cambio en los tres periodos anteriores es la misma, los agentes chartistas esperan un cambio de tendencia. Manzan y Westerhoff (2002) asumen que cuando la variación reciente del tipo de cambio es superior a un determinado valor límite, los chartistas preverán un cambio en la dirección del tipo de cambio.

Otros autores como De Grauwe y Grimaldi (2002a, 2002b), Taylor y Peel (2000) y Kilian y Taylor (2001), toman como punto de referencia la desviación del tipo de cambio respecto al valor de equilibrio, considerando que cuando dicha desviación es

muy elevada, el riesgo asociado a extrapolar el tipo de cambio es mayor, ya que aumenta la probabilidad de que el tipo de cambio tienda hacia el equilibrio.

De acuerdo con la propuesta de este segundo grupo de autores, en el modelo que se presenta en este trabajo se asume como determinante del cambio de las expectativas de los agentes chartistas, la desviación existente entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio. Por tanto, en términos generales, los agentes chartistas extrapolan la tendencia observada del tipo de cambio, en cuyo caso, el parámetro asociado a las expectativas de los agentes chartistas deberá ser positivo, indicando así efectos de arrastre. Sin embargo, cuando la desviación del tipo de cambio respecto al valor de equilibrio alcance un determinado valor, los agentes chartistas modificarán sus expectativas, esperando un cambio en la dirección del tipo de cambio y, consecuentemente, el parámetro asociado a las expectativas de este grupo de agentes económicos tendrá signo negativo.

De este modo, aunque el tipo de cambio se esté apreciando, si se encuentra muy alejado de su valor de equilibrio, los chartistas preverán que el tipo de cambio tienda hacia su valor de equilibrio. Del mismo modo, si el tipo de cambio se está depreciando pero está muy alejado de su valor fundamental, la probabilidad que otorguen los chartistas a que se mantenga la tendencia será menor, poniendo más énfasis en la necesidad de que el tipo de cambio revierta hacia su valor de equilibrio. Por tanto, el modelo anteriormente presentado queda finalmente especificado del siguiente modo:

Fundamentalistas:

$$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) \quad 0 < \theta < 1$$

Chartistas:

$$\begin{aligned} \text{Si } |e_{t-r} - \bar{e}_{t-r}| &\geq \text{Umbral} & \begin{cases} \Delta e_t^{e,ch} = \phi_1(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i}) \\ \phi_1 < 0 \end{cases} \\ \text{Si } |e_{t-r} - \bar{e}_{t-r}| &< \text{Umbral} & \begin{cases} \Delta e_t^{e,ch} = \phi_2(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i}) \\ \phi_2 > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

Por lo que el tipo de cambio en el momento t será una función que dependa de las demandas respectivas de los dos tipos de agentes, fundamentalistas y chartistas (d^f y d^{ch}), las cuales dependen a su vez, de sus respectivas expectativas sobre el tipo de cambio futuro:

$$d_{t-1}^f = \alpha^f (e_t^{e,f} - e_{t-1}); \quad d_{t-1}^{ch} = \alpha^{ch} (e_t^{e,ch} - e_{t-1})$$

Donde los coeficientes α^f y α^{ch} representan cómo varían las demandas de las divisas por parte de los agentes fundamentalistas y chartistas, ante alteraciones en sus expectativas sobre el tipo de cambio futuro. Asumiendo que dichos coeficientes son iguales, finalmente el tipo de cambio vendrá determinado por:

$$e_t = e_{t-1} + \alpha(d_{t-1}^f + d_{t-1}^{ch})$$

De esta forma, la especificación completa del modelo quedaría del siguiente modo:

$$\begin{aligned} \Delta e_t = & \phi_0 + \phi_1 \left(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i} \right) \Big|_{|e - \bar{e}| \geq Umbral} \\ & + \phi_2 \left(\eta \sum_{i=0}^k \Delta e_{t-i} \right) \Big|_{|e - \bar{e}| < Umbral} + \theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) + \varepsilon_t \end{aligned}$$

siendo ε_t una perturbación aleatoria con media nula y varianza constante.

Como puede observarse, el modelo que aquí se presenta nace de la idea original de Manzan y Westerhoff (2002), cuyo modelo estimaba el tipo de cambio en función de las expectativas de agentes fundamentalistas y chartistas. La diferencia respecto al modelo propuesto por estos autores se encuentra en la definición de la variable que determina el cambio en las expectativas de los chartistas, así como en las expectativas de dichos agentes. En el trabajo de Manzan y Westerhoff (2002) el cambio en las expectativas de los agentes chartistas quedaba determinado por la variación reciente del tipo de cambio, mientras que en el modelo que aquí se propone, el cambio en las

expectativas se produce como consecuencia de la desviación del tipo de cambio respecto al valor de equilibrio.

La estimación de un modelo de estas características puede realizarse de dos formas alternativas. La primera de ellas es asumir que el valor máximo que determina el carácter estabilizador o desestabilizador de las expectativas chartistas es conocido a priori. En este caso, la estimación del modelo podría realizarse sencillamente por mínimos cuadrados ordinarios, introduciendo en la especificación del modelo dos variables ficticias, cada una de las cuales multiplicaría a los coeficientes ϕ_1 y ϕ_2 , provocando así que en determinados momentos fuera el parámetro ϕ_1 el que influyera sobre el tipo de cambio, mientras que en otros periodos, el parámetro implicado en el modelo sería ϕ_2 .

La segunda alternativa es la propuesta por Tsay (1989, 1998), Tong (1990) y Hansen (2000), quienes proponen estimar dicho valor máximo o valor umbral conjuntamente con el resto de parámetros del modelo. En este caso, la estimación se realiza también por mínimos cuadrados ordinarios, calibrando el valor óptimo del umbral con el fin de minimizar la varianza residual del modelo, de tal forma que el valor óptimo del umbral sea aquel que minimice el valor del criterio de Akaike.

IV.2.1. Contraste empírico para el tipo de cambio Dólar/Euro

IV.2.1.1. Información utilizada

La información utilizada para estimar la variación del tipo de cambio \$/ a partir del modelo con expectativas heterogéneas y cambiantes especificado anteriormente, ha sido la media mensual del tipo de cambio, desde Enero de 1999 hasta Enero de 2003, publicada por el Fondo Monetario Internacional (*International Financial Statistics*), analizándose por tanto un total de 49 observaciones.

Por su parte, la estimación del tipo de cambio según la paridad del poder adquisitivo, necesaria para determinar el valor de equilibrio del tipo de cambio, se ha realizado tomando como valor inicial de referencia, el nivel de equilibrio elaborado por

la OCDE en su análisis de la paridad del poder adquisitivo, publicado mensualmente en el informe *Main Economic Indicators*. Así, a partir del dato correspondiente a enero de 1999, la serie del tipo de cambio según la paridad del poder adquisitivo, se ha construido aplicando al valor inicial elaborado por la OCDE, el diferencial de inflación mensual entre Estados Unidos y la Unión Monetaria, siendo 1995 el periodo base en ambas series de IPC. En el Anexo II se recogen las series históricas utilizadas para la estimación.

El gráfico IV.1. muestra la evolución mensual del tipo de cambio \$/ , expresada en niveles, así como el correspondiente a la paridad del poder adquisitivo. Como puede observarse, el tipo de cambio determinado por la PPA mantiene una tendencia bastante estable a lo largo del periodo de referencia, mientras que el tipo de cambio observado ha seguido una trayectoria en forma de “u”, observándose una depreciación del euro hasta aproximadamente julio de 2001, para iniciar una trayectoria apreciatoria a partir de ese momento, en el cual comienza una fase de acercamiento al tipo de cambio determinado por la paridad del poder adquisitivo.

Del mismo modo, el gráfico IV.2. muestra cómo la volatilidad observada del tipo de cambio es mucho mayor que la registrada por la paridad del poder adquisitivo.

Tipo de cambio USD/EUR y Estimación PPA

Gráfico IV.1.

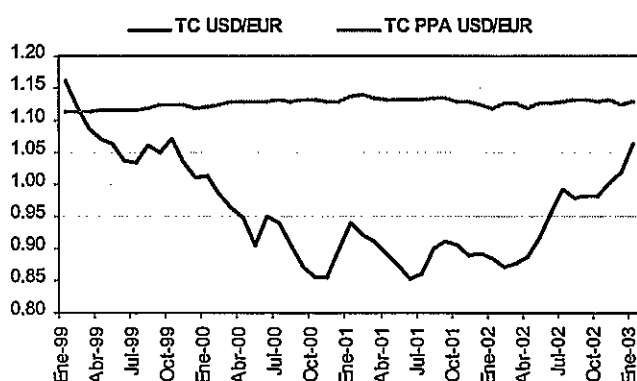
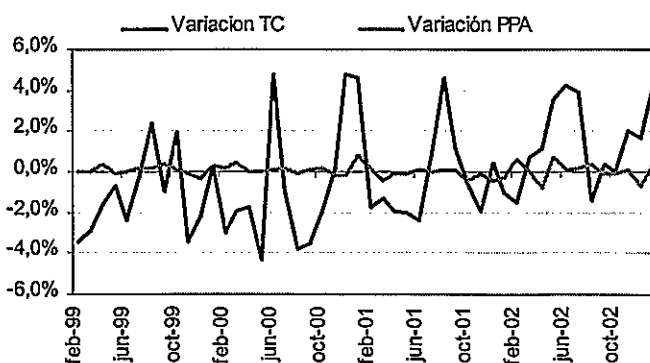


Gráfico IV.2.



Fuente: Tipo de cambio nominal (FMI, International Financial Statistics).
Serie PPA, Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (Main Economic Indicators).

IV.2.1.2. Determinación de las expectativas de chartistas y fundamentalistas

El contraste empírico del modelo con expectativas heterogéneas y cambiantes, exige una primera etapa consistente en la estimación individual de las respectivas expectativas de los agentes chartistas, así como de los fundamentalistas, y una vez seleccionado el modelo individual de cada tipo de agente, proceder a su estimación conjunta. Aunque, en términos generales, se ha asumido que los agentes chartistas extrapolan la tendencia observada en la evolución del tipo de cambio y que los agentes fundamentalistas estiman que el tipo de cambio tiende hacia su valor de equilibrio a una determinada velocidad, es necesario concretar de qué forma extrapolan el pasado los agentes chartistas, así como conocer el momento del tiempo respecto al cual forman sus expectativas los agentes fundamentalistas.

Por este motivo, el primer paso es determinar las previsiones de ambos tipos de agentes económicos por separado.

IV.2.1.2.A. Expectativas de los agentes chartistas. Estimación individual

La mayor parte de las contrastaciones empíricas sobre el tipo de cambio basadas en la heterogeneidad de agentes económicos, utilizan como regla de comportamiento para determinar las expectativas de los agentes chartistas la variación observada del tipo de cambio en el periodo anterior. No obstante, antes de tomar una decisión definitiva, se han analizado cinco hipótesis diferentes, en las que siempre se asume que los agentes chartistas forman sus expectativas siguiendo distintos esquemas extrapolativos.

I. Expectativas extrapolativas en función de la variación del tipo de cambio observada en el periodo inmediatamente anterior:

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$$

II. Expectativas extrapolativas en función de la variación observada del tipo de cambio durante los dos periodos anteriores:

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2}) + \phi_2(e_{t-2} - e_{t-3})$$

III. Expectativas extrapolativas en función de la variación del tipo de cambio respecto a una media móvil ponderada (MVP) de los tres periodos anteriores:

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - MVP_{t-2}^3)$$

$$\text{donde } MVP_{t-2}^3 = \frac{3e_{t-2} + 2e_{t-3} + e_{t-4}}{6}$$

IV. Expectativas extrapolativas en función de la variación del tipo de cambio en el periodo anterior respecto a una media móvil ponderada (MVP) de los seis periodos anteriores:

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - MVP_{t-2}^6)$$

$$\text{donde } MVP_{t-2}^6 = \frac{6e_{t-2} + 5e_{t-3} + 4e_{t-4} + 3e_{t-5} + 2e_{t-6} + e_{t-7}}{21}$$

V. Expectativas extrapolativas en función de una media móvil ponderada de las variaciones del tipo de cambio durante los últimos tres periodos.

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1 MVP_{i=1}^3(\Delta e_{t-i})$$

$$\text{donde } MVP_{i=1}^3(\Delta e_{t-i}) = (0.8\Delta e_{t-1} + 0.15\Delta e_{t-2} + 0.05\Delta e_{t-3})$$

**Cuadro IV.4. Estimaciones MCO de las expectativas individuales
de los agentes chartistas**

Hipótesis	Parámetro	Estadístico t	Prob.	R ²	ECM	DW
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$	0,352	2,480	0,017	12,03%	0,00056	1,93
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$ $+ \phi_2(e_{t-2} - e_{t-3})$	0,356 -0,074	2,294 -0,480	0,027 0,634	11,06%	0,00056	1,97
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - MVP_{t-2}^3)$	0,194	1,634	0,110	5,85%	0,00060	1,65
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - MVP_{t-2}^6)$	0,083	0,781	0,439	1,50%	0,00066	1,44
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1 MVP_{i=1}^3(\Delta e_{t-i})$	0,346	1,988	0,053	8,42%	0,00058	1,80

Las regresiones fueron realizadas incluyendo término independiente.

Como puede observarse en el cuadro IV.4, de las cinco hipótesis analizadas como alternativas para definir las expectativas de los agentes chartistas, sólo resultan estadísticamente significativos el caso más sencillo, en el que los agentes chartistas esperan que se produzca una variación del tipo de cambio en el periodo t coherente con la acontecida en el periodo anterior y, la hipótesis en que se asume que los agentes chartistas extrapolan el tipo de cambio en función de una media ponderada de las variaciones de los últimos tres periodos. Sin embargo, la capacidad explicativa del modelo más sencillo, aunque escasa, es mayor -12% frente a un 8%- por lo que finalmente se ha optado por incorporar dicha hipótesis para definir el comportamiento de los agentes chartistas, es decir:

$$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$$

IV.2.1.2.B. Expectativas de los agentes fundamentalistas. Estimación individual

La hipótesis básica en relación a las expectativas de los agentes fundamentalistas es que éstos prevén que el tipo de cambio corrija su desviación respecto a su valor de equilibrio -delimitado por la paridad del poder adquisitivo- a una determinada velocidad. No obstante, es necesario determinar previamente el periodo de referencia,

para lo cual se analizaron las expectativas de dichos agentes considerando diferentes retardos.

$$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p})$$

$$\text{donde } \Delta \bar{e} = \log(\Delta P^*) - \log(\Delta P)$$

En el cuadro IV.5. se recogen los resultados correspondientes a aquellos retardos en los que los parámetros estimados resultaron significativos.

Cuadro IV.5.

Estimaciones MCO de las expectativas de los agentes fundamentalistas

Hipótesis	Parámetro	Estadístico t	Prob.	R ²	ECM	DW
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-2} - \bar{e}_{t-2})$	-0,100	-2,369	0,022	11,09%	0,00056	1,40
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-3} - \bar{e}_{t-3})$	-0,087	-2,032	0,048	8,58%	0,00058	1,43
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-10} - \bar{e}_{t-10})$	-0,135	-3,220	0,003	21,89%	0,00054	1,48
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-19} - \bar{e}_{t-19})$	-0,135	-3,058	0,005	25,04%	0,00047	1,10
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-25} - \bar{e}_{t-25})$	-0,136	-3,184	0,004	31,55%	0,00033	1,23

Atendiendo a la información contenida en el cuadro IV.5., el primer aspecto que es necesario señalar es que, en todos los casos analizados, el signo del parámetro estimado resultó con el signo correcto, es decir, negativo, favoreciendo la hipótesis de que los agentes fundamentalistas prevén que el tipo de cambio vaya corrigiendo su desviación respecto a la PPA a una determinada velocidad.

En segundo lugar, como puede observarse, a excepción de los retardos segundo y tercero, a medida que se aleja en el tiempo el periodo de referencia, aumenta la capacidad explicativa del modelo, disminuyendo asimismo el error de predicción cometido y aumentando el nivel de confianza relativo a la significatividad de los parámetros. Esta mejora de los resultados al ampliar el horizonte en que se fijan los agentes fundamentalistas, es coherente con los resultados presentados por Rogoff

(1996), quien concluía que, en general, el tipo de cambio corregía la desviación respecto a la PPA en un periodo comprendido entre los dos y tres años. Si los agentes fundamentalistas se fijan en los determinantes económicos del tipo de cambio y conocen dicha relación entre el tipo de cambio y la PPA, es lógico observar cómo los resultados mejoran sensiblemente al tomar como referencia un periodo más lejano.

A pesar de que los resultados individuales para los agentes fundamentalistas son sensiblemente mejores cuanto más alejado en el tiempo se encuentra el periodo de referencia, es necesario señalar que ello implica una importante pérdida de datos y, dada la escasa vida del euro, podría verse afectada negativamente la bondad del modelo. Una alternativa para solucionar el problema derivado de la pérdida de información era incluir en la muestra los datos correspondientes a la cotización del \$/ecu. Sin embargo, se ha preferido no utilizar dicha información ya que el ecu era una cesta de monedas que carecía de utilización real por parte de los mercados, y dado que el objetivo final es determinar cómo afectan las expectativas de los agentes económicos a la variabilidad del tipo de cambio, no se ha considerado oportuno incluir datos que, por su falta de utilización por parte de los agentes, no pueden reflejar, en ningún caso, las expectativas de los agentes económicos.

Por tanto, ante la posibilidad de que el número de datos pudiera influir sobre la bondad del modelo, no se ha tomado una decisión definitiva en relación a cómo especificar las expectativas de los agentes fundamentalistas, estimando por tanto el modelo en tres casos alternativos: asumiendo 9 meses de desfase ($p = 10$ retardos), año y medio ($p = 19$ retardos) y dos años ($p = 25$ retardos).

IV.2.1.3. Estimación del modelo con expectativas heterogéneas. Estimación conjunta.

La segunda fase del contraste empírico, ha consistido en estimar el modelo con expectativas heterogéneas conjuntamente, asumiendo que en el mercado participan ambos grupos de agentes –chartistas y fundamentalistas– y, que la interacción de dichos agentes a partir de sus respectivas demandas de las divisas, da lugar a una determinada evolución del tipo de cambio. Esta primera estimación del modelo conjunto no incluye la posibilidad de que los agentes chartistas tengan expectativas cambiantes; sin

embargo, resulta necesario conocer los resultados del modelo así planteado con el fin de determinar, en primer lugar, si la capacidad explicativa del modelo mejora al incluir los dos tipos de agentes económicos y, en segundo lugar, disponer de un instrumento de control que permita verificar posteriormente si la estimación del modelo propuesto con expectativas cambiantes supone una mejoría de los resultados empíricos del modelo.

La estimación conjunta de las expectativas de los chartistas y fundamentalistas quedan definidas por el siguiente modelo lineal:

$$\Delta e_t = \phi_0 + \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2}) + \theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, \sigma)$$

donde $p = 10, 19, 25$

Los resultados de la estimación lineal del modelo se muestran en el cuadro IV.6, observándose cómo, en todos los casos, los signos de los parámetros estimados son correctos, siendo positivo en el componente asociado a los agentes chartistas e indicando, por tanto, efectos de arrastre en la dinámica a corto plazo del tipo de cambio y, signo negativo en el componente del modelo correspondiente a las expectativas de los agentes fundamentalistas, con una velocidad de ajuste estimada hacia el tipo de equilibrio que oscila entre el 5% y el 12%, según el periodo de referencia considerado.

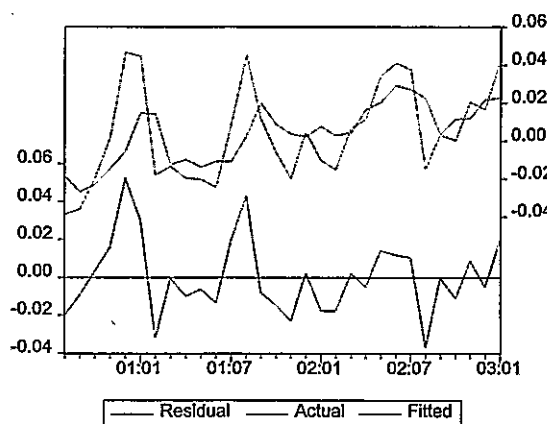
Cuadro IV.6. Tipo de cambio Dólar / Euro
Estimación MCO modelo lineal con expectativas heterogéneas

	Parámetro	Estadístico t	Prob.	R ²	ECM	DW
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$	0.213	1.360	0.182	25.71%	0.00052	1.79
$\Delta e_t^{e, f} = -\theta(e_{t-10} - \bar{e}_{t-10})$	-0.116	-2.620	0.013			
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$	0.396	2.305	0.029	37.36%	0.00040	1.55
$\Delta e_t^{e, f} = -\theta(e_{t-19} - \bar{e}_{t-19})$	-0.095	-2.115	0.044			
$\Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})$	0.283	1.642	0.116	39.34%	0.00029	1.60
$\Delta e_t^{e, f} = -\theta(e_{t-25} - \bar{e}_{t-25})$	-0.121	-2.888	0.009			

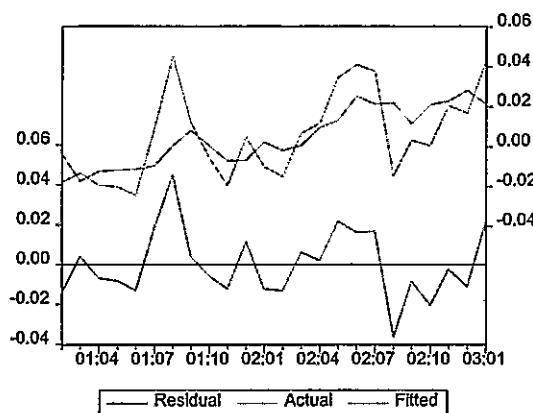
No obstante, la estimación lineal del modelo, sólo ofrece resultados estadísticamente significativos para todos los parámetros para un nivel de confianza del 95%, en el supuesto en que se asume que los agentes fundamentalistas forman sus expectativas tomando como punto de referencia la desviación observada entre el tipo de cambio y el tipo de cambio determinado por la PPA, un año y medio antes ($p=19$). En este caso, la capacidad explicativa del modelo es de un modesto 37.4%. Atendiendo a los valores del error cuadrático medio (ECM), puede observarse que el mínimo de los modelos estimados, -casi la mitad del resto-, es el correspondiente a la estimación en que los fundamentalistas toman como punto de referencia la desviación observada respecto a la PPA dos años antes ($p=25$). En este caso, la capacidad explicativa del modelo es adicionalmente mayor (39.4%); sin embargo, el parámetro ϕ_1 no alcanza la significatividad al 95% de confianza, si bien podría aceptarse como significativo en casi el 90% de los casos.

Gráficos IV.3.

Real, Estimada y Error de predicción
($p = 19$)



Real, Estimada y Error de predicción
($p = 25$)



En cualquier caso, la capacidad explicativa del modelo así planteado no resulta suficiente, no llegando al 40%. Estos resultados, incentivan la estimación del modelo con expectativas cambiantes, ya que, como adelantábamos a priori, el comportamiento de los agentes chartistas no tiene por qué influir siempre de forma desestabilizadora sobre la evolución del tipo de cambio, ya que, dichos agentes, aunque consideran que los fundamentos económicos, a corto plazo, ejercen una influencia limitada sobre el tipo de cambio, son conscientes de que cuando el tipo de cambio se encuentra muy alejado de su valor de equilibrio, el tipo de cambio tiende a corregir lentamente el desajuste. Por tanto, resulta necesario incluir esta característica de los agentes chartistas en la estimación del modelo, justificando así la necesidad de estimar el modelo tal y como se había planteado en el apartado IV.2.

IV.2.1.4. Estimación del modelo no lineal con expectativas heterogéneas

Una vez demostrado empíricamente que la estimación de la evolución del tipo de cambio mejora al incluir expectativas heterogéneas y, teniendo en cuenta que la capacidad explicativa del modelo, aún así, no resulta suficiente (39% de R^2 en el mejor de los casos), a continuación se procede a la estimación del modelo asumiendo expectativas cambiantes en el componente del modelo referido a los agentes chartistas.

De esta forma, en determinados momentos los agentes chartistas extrapolan la evolución del tipo de cambio y, por tanto, el parámetro asociado a sus expectativas deberá ser positivo (expectativas de arrastre), mientras que en otros casos (cuando la diferencia entre el tipo de cambio y el valor de equilibrio supere un determinado valor máximo), los agentes chartistas esperarán un cambio en la dirección del tipo de cambio y, por tanto, el parámetro estimado deberá llevar asociado un signo negativo, implicando así expectativas regresivas.

$$\Delta e_t = \phi_0 + \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-\bar{e}| \geq U_{mbra}} + \phi_2(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-\bar{e}| < U_{mbra}} + \theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) + \varepsilon_t$$

$$\text{con } \varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, \sigma)$$

El objetivo perseguido es conocer la variación mensual del tipo de cambio en el momento t . Como se venía diciendo, la hipótesis sobre la que se apoya el carácter cambiante de las expectativas de los agentes chartistas, es que cuando la diferencia entre el tipo de cambio y el valor de equilibrio determinado por la PPA es muy elevada (superior al umbral estimado), los chartistas prevén un cambio en la dirección del tipo de cambio. Por tanto, dicha desviación debe ser conocida en el momento en que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio. Dado que la información relativa a los datos de inflación suele conocerse con un mes o mes y medio de retraso y las expectativas respecto al tipo de cambio para el periodo t se forman en el periodo anterior ($t-1$), en ese momento la información conocida respecto al tipo de cambio determinado por la paridad del poder adquisitivo será la del periodo anterior ($t-2$) o incluso la de dos periodos anteriores ($t-3$). Por ese motivo, el modelo planteado ha sido estimado considerando ambas alternativas. Los resultados en ambos casos fueron muy similares, si bien ligeramente mejores en el caso en que se toma como referencia la información conocida el mes inmediatamente anterior⁶⁰. Por tanto, los resultados que se presentan están referidos a dicho periodo ($t-2$), es decir, las expectativas de los chartistas son

⁶⁰ Los resultados relativos a la estimación cuando el periodo de referencia es dos meses antes de realizar la previsión respecto al tipo de cambio ($t-3$) se muestran en el Anexo I.

extrapolativas o regresivas, en función de que la desviación del tipo de cambio respecto a la PPA en $t-2$, en valor absoluto, sea menor o mayor que el umbral máximo.

Al igual que se hizo en la estimación del modelo lineal sin expectativas cambiantes, los resultados se presentan para las tres hipótesis consideradas en relación al periodo de referencia que tienen en cuenta los agentes fundamentalistas ($p = 10, 19$ y 25).

Cuadro IV:7. Modelo no lineal con expectativas heterogéneas

	Parámetro	Estadístico t	(Prob.)	R ²	ECM	DW
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} \geq Umbral$	0,602	1,607	0,117	28,38%	0,00050	1,75
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} < Umbral$	0,133	0,779	0,441			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-10} - \bar{e}_{t-10})$	-0,115	-2,622	0,013			
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} \geq Umbral$	0,809	2,438	0,022	42,02%	0,00037	1,57
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} < Umbral$	0,215	1,023	0,316			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-19} - \bar{e}_{t-19})$	-0,124	-2,563	0,017			
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} \geq Umbral$	0,577	1,381	0,183	41,10%	0,00028	1,70
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-2} - \bar{e}_{t-2} < Umbral$	0,218	1,127	0,273			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-25} - \bar{e}_{t-25})$	-0,131	-2,962	0,008			

En términos de capacidad explicativa, los resultados del modelo resultan más favorables que en el planteamiento lineal. Sin embargo, en las tres hipótesis analizadas ($p=10, 19$ y 25), sólo resulta significativo y con el signo correcto el parámetro asociado a las expectativas de los agentes fundamentalistas, ya que en los dos parámetros asociados al componente chartista (ϕ_1 y ϕ_2), no se obtienen parámetros estadísticamente significativos, observándose adicionalmente que el signo asociado al parámetro ϕ_1 resulta incorrecto.

Atendiendo a los resultados, no es posible validar empíricamente el modelo especificando el carácter cambiante de las expectativas a partir de la desviación del tipo de cambio respecto a la paridad del poder adquisitivo.

Sin embargo, como puede observarse en el cuadro IV.8, la estimación del modelo considerando expectativas cambiantes respecto a la estimación lineal, mejora la capacidad explicativa del modelo y reduce el error de predicción cometido. Por este motivo y, a pesar de no haber obtenido resultados favorables en la aplicación de la metodología tal y como se había especificado inicialmente, los resultados no son del todo desalentadores ya que ofrecen una idea intuitiva respecto a la necesidad de considerar que las expectativas de los agentes económicos no son constantes en el tiempo, o lo que es lo mismo, es necesario tener en cuenta la existencia de no linealidades en la dinámica del tipo de cambio. No obstante, como ha podido demostrarse, utilizar el diferencial respecto a la PPA para determinar dicho cambio en las expectativas no resulta apropiado.

Cuadro IV.8. Modelo no lineal con expectativas cambiantes Vs. Modelo lineal

	Modelo no lineal (Expectativas cambiantes)		Modelo lineal (Expectativas constantes)	
	R ²	ECM	R ²	ECM
<i>Modelo con p = 10</i>	28,47%	0,00050	25.71%	0.00052
<i>Modelo con p = 19</i>	42,21%	0,00036	37.36%	0.00040
<i>Modelo con p = 25</i>	41,22%	0,00028	39.34%	0.00029

Una de las causas que podría ser el origen del fallo del modelo para estimar la variación del tipo de cambio \$/euro, podría encontrarse en la falta de una muestra de datos lo suficientemente amplia, ya que el dividir la muestra, como consecuencia de la hipótesis de parámetros cambiantes, supone tener pocas observaciones en cada submuestra, dificultando así la posibilidad de encontrar parámetros significativos.

Otra propuesta adecuada para incorporar expectativas heterogéneas y cambiantes en explicación de la dinámica del tipo de cambio, es la realizada por De Grauwe y Grimaldi (2002a, 2002b), cuyo modelo fue analizado en detalle en el Capítulo III. Estos autores proponían una especificación de un modelo para explicar la dinámica del tipo de cambio, en el que, en cada momento del tiempo, la importancia de las expectativas de los agentes chartistas y fundamentalistas sobre la variación del tipo de cambio era diferente, determinando la proporción que suponían cada uno en cada momento del tiempo de forma endógena. Sin embargo y a pesar de haber obtenido un buen ajuste en la descripción de la dinámica del tipo de cambio a partir de datos simulados, estos mismos autores señalan que, para obtener buenos resultados en la aplicación de su metodología, es importante disponer, en primer lugar de un amplio número de observaciones y en segundo lugar, describir correctamente la hipótesis que determinen la proporción de agentes chartistas y fundamentalistas a lo largo del tiempo.

Finalmente, debido a la imposibilidad de obtener resultados significativos asumiendo como variable determinante del umbral el diferencial del tipo de cambio respecto a la PPA, se procedió a estimar el modelo siguiendo la propuesta de Manzan y Westerhoff (2002), es decir, utilizando la desviación entre el tipo de cambio y sus valores pasados como variable determinante para establecer el umbral que provoca el cambio en las expectativas de los agentes chartistas.

Dicha alternativa resulta coherente en el sentido de que, en la práctica habitual, los agentes que suelen denominarse chartistas, extrapolan la tendencia del tipo de cambio en función de su evolución pasada pero considerando la existencia de unas bandas máximas y mínimas que delimitan las posibles variaciones del tipo de cambio. Por este motivo y, a pesar de no coincidir este planteamiento con el propuesto inicialmente, se procedió a estimar el modelo según la versión planteada por estos autores.

Los resultados del modelo se presentan en el siguiente apartado.

IV.2.1.5. Modelo con expectativas heterogéneas según la versión de Manzan y Westerhoff

Manzan y Westerhoff (2002) proponían un modelo en el que asumían, por un lado, expectativas heterogéneas derivadas de la participación en el mercado de diversidad de agentes económicos a los que clasificaban, asimismo, en chartistas y fundamentalistas y, por otra parte, asumían que las expectativas de los agentes chartistas no eran constantes a lo largo del tiempo, de tal forma que, en determinados momentos, los agentes chartistas esperaban un mantenimiento de la dirección del movimiento del tipo de cambio, mientras que en otras ocasiones, los agentes chartistas preveían un cambio en la dirección del mismo.

En el modelo planteado por estos autores, el carácter cambiante de las expectativas de los agentes chartistas quedaba determinado por la evolución pasada del tipo de cambio, en el sentido de que cuando dicha variación superaba un determinado valor límite –un umbral que era preciso estimar– los agentes chartistas modificaban sus expectativas en el sentido opuesto a la variación observada durante los periodos anteriores más próximos.

El planteamiento propuesto por estos autores resulta correcto, en el sentido de que es común que los agentes económicos que forman sus expectativas respecto al tipo de cambio utilizando el análisis técnico, utilicen determinados valores de referencia, a los que suelen denominar soportes y resistencias, los cuales son calculados comúnmente a partir de diversidad de medias móviles (simples, ponderadas o exponenciales), las cuales sirven para establecer las bandas máximas y mínimas, dentro de las que puede moverse el precio de un activo.

Como consecuencia del fallo empírico mostrado por el modelo inicialmente propuesto, en el que el carácter cambiante de las expectativas de los agentes chartistas venía determinado según la desviación observada entre el tipo de cambio y el valor determinado por la paridad del poder adquisitivo, en el presente apartado se ha optado por seguir la metodología planteada por Manzan y Westerhoff para definir el cambio en las expectativas de los agentes chartistas, con el fin de contrastar si los resultados

obtenidos por estos autores sobre las cotizaciones frente al dólar del marco alemán, el yen japonés, el franco suizo, la libra esterlina y el dólar canadiense, son consistentes con la evolución mensual del tipo de cambio dólar/euro desde su nacimiento en enero de 1999.

Por tanto, en este subapartado se realiza la contrastación empírica del modelo tomando como punto de referencia para establecer el cambio en las expectativas de los agentes chartistas, la desviación observada entre el tipo de cambio y una media móvil ponderada del tipo de cambio observado durante un número determinado de periodos anteriores.

El número de periodos que deben ser tenidos en cuenta en la media móvil, a priori, no es conocido, por lo que, antes de optar por el modelo definitivo, se consideraron tres hipótesis alternativas en relación a dicha media móvil, considerando, por tanto, una media móvil ponderada de tres, seis y nueve meses. El mejor ajuste del modelo, tanto en capacidad explicativa como en relación a los errores de predicción cometidos, se observó cuando dicha media móvil recogía el tipo de cambio durante los nueve meses anteriores. Por tanto, los resultados que aquí se presentan⁶¹ están referidos al establecimiento del umbral en función de la desviación del tipo de cambio en el periodo anterior respecto a una media móvil ponderada de nueve meses.

⁶¹ En el Anexo I se presentan las tablas correspondientes a la estimación de las otras dos medias móviles consideradas.

A. Resultados

Dadas las características mencionadas anteriormente, el modelo a contrastar quedaría finalmente especificado del siguiente modo:

$$\Delta e_t = \phi_0 + \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-MVP| \geq Umbral} + \phi_2(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-MVP| < Umbral} + \theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p}) + \varepsilon_t$$

$$\begin{aligned} \text{Si } |e_{t-1} - MVP_{t-2}^9| \geq Umbral &\Rightarrow \begin{cases} \Delta e_t^{e, ch} = \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2}) \\ \phi_1 < 0 \end{cases} \\ \text{Si } |e_{t-1} - MVP_{t-2}^9| < Umbral &\Rightarrow \begin{cases} \Delta e_t^{e, ch} = \phi_2(e_{t-1} - e_{t-2}) \\ \phi_2 > 0 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\Delta e_t^{e, f} = -\theta(e_{t-p} - \bar{e}_{t-p})$$

De nuevo, al igual que se hizo en el planteamiento inicial, los resultados de la estimación se presentan para tres casos alternativos: 1) considerando que los agentes fundamentalistas estiman la variación del tipo de cambio para el periodo t en función de la desviación observada entre el tipo de cambio y la paridad del poder adquisitivo nueve meses antes ($p = 10$); 2) considerando que dicha diferencia entre el tipo de cambio y la PPA está referida a año y medio antes ($p = 19$) y, 3) considerando que el periodo de referencia para los agentes fundamentalistas es de dos años ($p = 25$).

El cuadro IV.9. ofrece los resultados de las tres estimaciones alternativas.

Cuadro IV.9. Modelo no lineal con expectativas heterogéneas

	Parámetro	Estadístico t	Prob,	R ²	ECM	DW
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 \geq Umbral$	-0,008	-0,110	0,913	22,70%	0,00054	1,62
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 < Umbral$	0,091	0,606	0,549			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-10} - \bar{e}_{t-10})$	-0,124	-2,368	0,024			
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 \geq Umbral$	-0,139	-1,939	0,063	50,72%	0,00031	1,51
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 < Umbral$	0,542	3,362	0,002			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-19} - \bar{e}_{t-19})$	-0,116	-2,725	0,011			
$\phi_1 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 \geq Umbral$	-0,188	-2,649	0,015	61,54%	0,00018	1,91
$\phi_2 \Rightarrow e_{t-1} - MVP_{t-2}^9 < Umbral$	0,508	3,413	0,003			
$\Delta e_t^{e,f} = -\theta(e_{t-25} - \bar{e}_{t-25})$	-0,185	-4,419	0,000			

El primer aspecto a destacar es que, frente a los resultados del modelo que toma como variable determinante del cambio en las expectativas chartistas la desviación observada entre el tipo de cambio y la PPA, el asumir que dicho cambio se produce como consecuencia de la diferencia entre el tipo de cambio y una media móvil ponderada, mejora la significatividad de los parámetros. Así, se han obtenido parámetros significativos para un nivel de confianza del 99%, en el supuesto en el que el retardo asociado a las expectativas de los agentes fundamentalistas es de dos años ($p=25$), así como cuando el retardo considerado para dichos agentes es de año y medio ($p=19$), si bien en este caso el parámetro ϕ_1 es significativo para un nivel de confianza de prácticamente el 95%. Por el contrario, en la hipótesis en que los agentes fundamentalistas toman como valor de referencia la desviación respecto a la PPA nueve meses antes ($p=9$), no se obtienen parámetros significativos en el componente chartista del modelo.

En segundo lugar, destacar que en las tres alternativas estimadas, los signos asociados a los parámetros coinciden con los esperados a priori; de tal forma que, para diferencias inferiores al umbral estimado, los agentes chartistas extrapolan la tendencia observada por el tipo de cambio, mientras que cuando dicha diferencia supera el umbral, los agentes chartistas cambian el sentido de la tendencia. Por último, el signo asociado al componente del modelo en el que se recogen las expectativas de los agentes fundamentalistas muestra un signo negativo, indicando, por tanto, que el tipo de cambio tiende a corregir su desviación respecto al valor de equilibrio a una determinada velocidad, cuyo valor en las estimaciones presentadas oscila entre el 11% y el 18%.

En relación a la importancia que ejercen los dos componentes del modelo – chartista y fundamentalista- sobre la variación mensual del tipo de cambio, se observa que, en todos los casos, son los parámetros asociados a las expectativas del componente chartista, los que ejercen una mayor influencia sobre la variación del tipo de cambio. Asimismo, es preciso diferenciar entre los parámetros ϕ_1 y ϕ_2 , es decir, los parámetros asociados a las expectativas regresivas y extrapolativas de los agentes chartistas respectivamente. En concreto, se observa que la intensidad que ejercen las expectativas de los agentes chartistas sobre el tipo de cambio, es sensiblemente superior cuando la diferencia entre el tipo de cambio en el periodo anterior y la media móvil de los nueve meses anteriores es inferior al umbral estimado. Así, se observa que el parámetro ϕ_2 es casi tres veces superior al parámetro ϕ_1 , indicando por tanto, que el carácter extrapolativo de las expectativas chartistas es mucho mayor que la influencia que éstos ejercen sobre el tipo de cambio cuando la desviación del tipo de cambio respecto a la media móvil es elevada.

La tercera conclusión que puede extraerse de los resultados presentados en el cuadro IV.9. es que, confirmando los resultados presentados a lo largo de la aplicación, la capacidad explicativa del modelo mejora al ampliar el periodo de referencia respecto al cual forman sus expectativas los agentes fundamentalistas. Así, los mejores resultados, tanto en capacidad explicativa como en error de predicción, medido éste a partir del error cuadrático medio, se producen cuando el componente fundamentalista ha sido especificado atendiendo a la diferencia observada entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio dos años antes. Así, el coeficiente de determinación muestra cómo el

modelo, así especificado, recoge casi el 62% de la varianza observada por el tipo de cambio, mientras que cuando se consideran 19 retardos en el componente fundamentalista la variabilidad explicada se reduce al 51%.

B. Resultados finales

Una vez conocidas las características fundamentales de la estimación del modelo para el tipo de cambio \$/euro, es preciso elegir entre uno de los modelos estimados. Dada la escasa significatividad de los parámetros estimados cuando $p=10$, la elección del modelo definitivo se reduce a dos únicas alternativas: cuando el componente fundamentalista toma como valor de referencia la desviación entre el tipo de cambio y el valor de equilibrio año y medio o dos años antes ($p = 19$ ó $p = 25$).

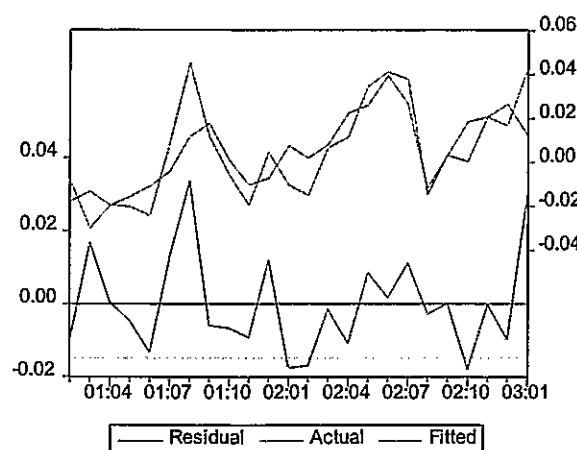
El criterio utilizado para tomar dicha decisión ha sido elegir el modelo en el que el error de predicción, medido a partir del error cuadrático medio, fuera menor, así como maximizar la capacidad explicativa del modelo con el fin de poder analizar posteriormente la capacidad predictiva del modelo.

Por este motivo, se ha optado por el modelo en que $p = 25$, es decir, el modelo en el que las expectativas de los agentes fundamentalistas toman como punto de referencia la desviación entre el tipo de cambio y la PPA de hace dos años. En términos de capacidad explicativa, el modelo elegido mejora los resultados en más de diez puntos porcentuales, disminuyendo asimismo el error cuadrático medio en un 40%.

En los gráficos siguientes se presentan los valores reales y estimados, así como el error de predicción cometido y el coeficiente de determinación, de los dos modelos.

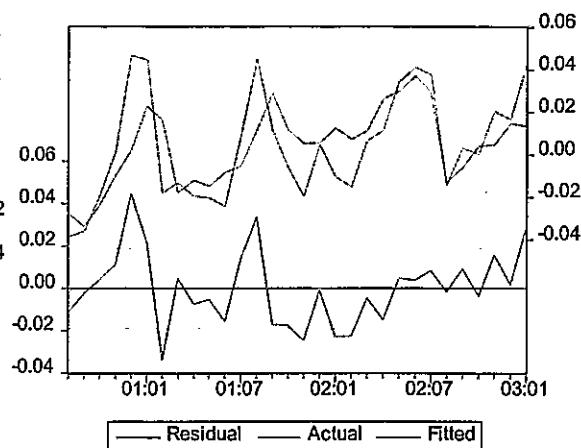
Gráfico IV.4.

Real, Estimada y Error de predicción
($p=25$). $R^2 = 61.5\%$; $ECM = 0.00018$



Umbral estimado = 0.0849

Real, Estimada y Error de predicción
($p=19$). $R^2 = 50.7\%$; $ECM = 0.00031$



Umbral estimado = 0.0849

En ambos casos el umbral óptimo estimado como determinante del cambio en las expectativas de los agentes chartistas es el mismo, siendo éste 0,085; implicando así que, cuando la diferencia entre el logaritmo del tipo de cambio en un periodo anterior y el logaritmo de la media móvil de los nueve meses anteriores es superior a dicho valor, se producirá un cambio en las expectativas de los agentes chartistas, que intervendrán en el mercado provocando un cambio en la dirección del tipo de cambio. O lo que es lo mismo, cuando el tipo de cambio en el periodo anterior supere en un 8.9% al valor determinado por la media móvil de los nueve meses anteriores, se producirá un cambio en las expectativas de los agentes chartistas.

Atendiendo a los resultados obtenidos de la estimación del modelo, el retardo $p=25$ resulta óptimo a la hora de determinar la evolución de la variación del tipo de cambio, aunque el error de predicción puntual es especialmente importante en uno de los periodos, en concreto, en agosto de 2001. Como es sabido, la existencia de un solo error especialmente elevado, tiene efectos muy importantes sobre la bondad del modelo, medida por estadísticos que emplean la varianza de los residuos. En primer lugar, la existencia de un único error muy elevado en uno de los periodos de la muestra, afecta al

coeficiente de determinación, ya que dicho coeficiente⁶² se calcula a partir del cociente entre la varianza de los residuos y la varianza de la variable endógena, por lo que un incremento de la varianza del error, inducida por un único valor alejado de la media, afecta negativamente al valor de la R^2 disminuyendo así su valor y, por tanto, sesgando ficticiamente a la baja los resultados obtenidos en una estimación que, si bien puede ser buena para toda la muestra, precisamente en ese punto fuera de lo común no es adecuada, sin que ello reste validez al modelo como buen predictor del comportamiento habitual de la variable explicada.

En segundo lugar, la existencia de un error muy significativo afecta al cálculo de los contrastes de significación individual asociados a los parámetros estimados, lo que implica, consecuentemente, que puedan ser rechazos como no significativos, parámetros que sí podrían ser significativos de no existir ese atípico.

Por este motivo y al tratarse de un único punto atípico en el que modelo no consigue ajustarse a la evolución de la variable endógena, resulta recomendable estimar de nuevo el modelo eliminando el ruido provocado por ese atípico observado. Las alternativas más comunes de cara a eliminar un elemento atípico son, estimar el modelo incluyendo una variable dummy para esa observación, o bien, corregir el valor de la variable endógena en dicho periodo sustituyéndolo, por el valor medio de los periodos inmediatamente anterior y posterior o, realizando cualquier otra interpolación al uso.

En este caso, se ha optado por incluir en la especificación del modelo una variable ficticia o dummy⁶³ que toma el valor uno en Agosto de 2001 y cero en el resto, entendiendo que la pérdida de grados de libertad es asumible estadísticamente (pasaríamos de 19 a 18 grados de libertad). Los resultados derivados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios con la inclusión de dicha variable dummy en agosto de 2001 son:

⁶² La expresión del coeficiente de determinación viene determinada por $R^2 = 1 - S_e^2 / S_y^2$, donde S_e^2 es la varianza de los residuos y S_y^2 es la varianza de la variable endógena.

⁶³ La estimación del modelo resultante de suavizar el error mediante la interpolación de la variable endógena en el periodo Agosto de 2001, mejora también los resultados del modelo, tanto en significatividad de los parámetros, como en el coeficiente de determinación el cual alcanza el 68%. Los resultados de dicha estimación se muestran en el Anexo I.

**Cuadro IV.9. Estimación por MCO del modelo con expectativas heterogéneas y
cambiantes incluyendo una variable ficticia**

$$\Delta e_t = \phi_0 + \phi_1(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-MVP| \geq Umbral} + \phi_2(e_{t-1} - e_{t-2})I_{|e-MVP| < Umbral} \\ + \beta F_{ago.01} + \theta(e_{t-25} - \bar{e}_{t-25}) + \varepsilon_t$$

Dependent Variable: LOG(EURO)-LOG(EURO(-1))

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 2001:02 2003:01

Included observations: 24 after adjusting endpoints

Parámetro	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ϕ_0	-0,032	0,009	-3,533	0,002
ϕ_1	-0,141	0,063	-2,226	0,038
ϕ_2	0,461	0,130	3,559	0,002
θ	-0,179	0,036	-4,948	0,000
β	0,038	0,014	2,793	0,012
R-squared	0,7273	Mean dependent var		0,0052
Adjusted R-squared	0,6699	S.D. dependent var		0,0223
S.E. of regression	0,0128	Akaike info criterion		-5,6931
Sum squared resid	0,0031	Schwarz criterion		-5,4476
Log likelihood	73,32	F-statistic		12,67
Durbin-Watson stat	2,1303	Prob(F-statistic)		0,0000

Error cuadrático Medio	Raíz del error cuadrático medio	Error medio absoluto	Porcentaje de Error absoluto
0,00013	0,0120	0,0100	374,162

Como puede observarse, la introducción en la estimación de la variable dummy ha mejorado significativamente la capacidad explicativa del modelo (incrementada en casi veinte puntos), siendo en este caso el coeficiente de determinación del 72%. Como era de esperar, el error cuadrático medio también se ha visto reducido, pasando de un 0,00018 a un 0,00013, lo que supone una reducción del error en torno al 30%. Finalmente, se observa una mejora en la significatividad del parámetro ϕ_1 , el cual resulta ahora significativo con un nivel de confianza superior al 95%.

En cuanto al parámetro asociado a las expectativas de los agentes fundamentalistas, éste apenas se ve alterado por la inclusión de la variable dummy, implicando por tanto, que el tipo de cambio tiende a corregir la desviación existente dos

años antes entre el tipo de cambio y la paridad del poder adquisitivo a una tasa mensual cercana al 18%.

Por último, y confirmando la consistencia del modelo frente a los resultados del mismo sin incluir la variable ficticia, se observa que el umbral óptimo estimado se mantiene en el mismo valor, es decir, 0.085, que como decíamos anteriormente, implica que cuando la media mensual del tipo de cambio \$/euro supera en un 8.9% la media móvil ponderada de los nueve meses anteriores, los agentes chartistas prevén un cambio en la dirección del tipo de cambio, estimando una apreciación del euro si se estaba depreciando y, una depreciación de la divisa si ésta se estaba apreciando.

Como puede observarse en el gráfico IV.5, la estimación de la variación mensual del tipo de cambio consigue un ajuste bastante favorable en relación a la verdadera evolución de la variable endógena. En el gráfico IV.6. se muestra, ya en niveles, el ajuste de la serie estimada y la evolución del logaritmo del tipo de cambio \$/euro, observándose como el modelo estimado con expectativas heterogéneas consigue reproducir aceptablemente la evolución del tipo de cambio durante el periodo de estimación.

Gráfico IV.5. Serie Real, Estimada y Residuos

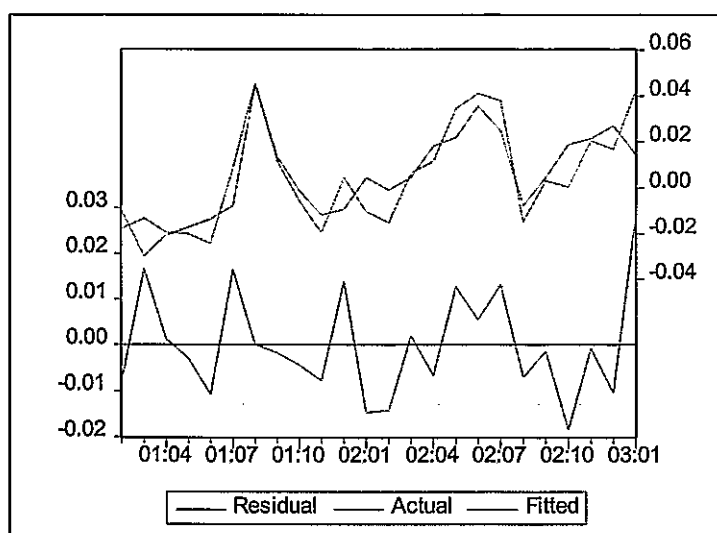
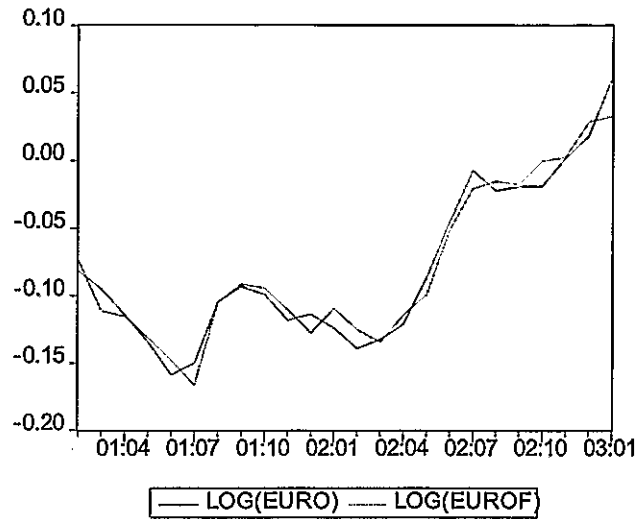


Gráfico IV.6. Tipo de cambio observado y previsión.
Variables expresadas en logaritmos



Sin embargo, los resultados presentados hasta el momento no son suficientes para valorar la capacidad explicativa y predictiva del modelo, ya que resulta necesario conocer, en primer lugar, la bondad del modelo para predecir correctamente los cambios de tendencia observados en la evolución del tipo de cambio, así como evaluar su capacidad predictiva, dentro y fuera de la muestra, comparándola con otros modelos alternativos.

B.1. Evaluación a priori del modelo

En relación a la capacidad explicativa del modelo para predecir los cambios de tendencia observados en la evolución del tipo de cambio y, tomando como referencia la estimación del logaritmo del tipo de cambio dólar/euro obtenida a partir de los incrementos estimados del tipo de cambio durante el periodo de predicción Feb.2001–Ene.2003, se observa que el ajuste del modelo resulta más adecuado en la predicción del tipo de cambio cuando no se producen cambios de tendencia, siendo en este caso el porcentaje de error cometido (Error tipo I) del 25%, ya que el modelo estimado prevé cuatro cambios de tendencia que realmente no se producen. Por el contrario, los resultados correspondientes al total de siete cambios de tendencia producidos a lo largo

del periodo, se observa que el modelo recoge sólo tres de ellos, es decir, el 43%, cometiéndose por tanto un error de predicción Tipo II del 57%.

En el cuadro IV.11. se muestran los cambios de tendencia observados y los recogidos por el tipo de cambio estimado, con los correspondientes errores de Tipo I y Tipo II.

Cuadro IV.11. Predicción de los puntos de cambio de tendencia

		Estimada		
		Cambio de tendencia	No cambio de tendencia	Total
Real	Cambio de Tendencia	3 (42.9%)	4 (57.1%)	7 (100%)
	No cambio de tendencia	4 (25.0%)	12 (75.0%)	16 (100%)
	Total	7 (29.2%)	16 (70.8%)	23 (100%)

Por su parte, el coeficiente de desigualdad de Theil muestra un valor de 0.006, siendo cero el valor correspondiente a una predicción perfecta y uno el valor correspondiente a la máxima desigualdad entre la variable real y la estimada, por lo que dicho valor muestra un buen ajuste del modelo. Adicionalmente, como puede observarse en el cuadro IV.12, la descomposición de dicho coeficiente en sus tres componentes se encuentra muy próxima a la deseable. Así, el error sistemático es prácticamente cero, indicando por tanto que, en media, las variaciones de la variable estimada coinciden con las variaciones reales de la variable endógena. Por su parte, el valor del error de dispersión es 0.02, lo que significa que las diferencias entre la dispersión de la variable endógena y la variable estimada son muy pequeñas (el valor cero sería indicativo de que la dispersión en ambas variables es igual). Por último, el error de correlación muestra que la desigualdad existente entre la variable endógena y la estimada se debe a la existencia de una correlación negativa entre ambas variables, siendo en este caso el error de correlación muy próximo a la unidad.

Cuadro IV.12. Coeficiente de desigualdad

Periodo muestral Feb. 2001 – Enero 2003	
Coeficiente de desigualdad de Theil	0,006
Error sistemático	0,000
Error de dispersión	0,019
Error de correlación	0,981

B.2. Comparación con otros modelos

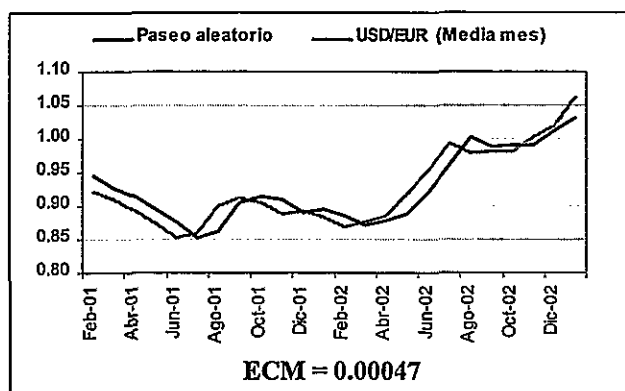
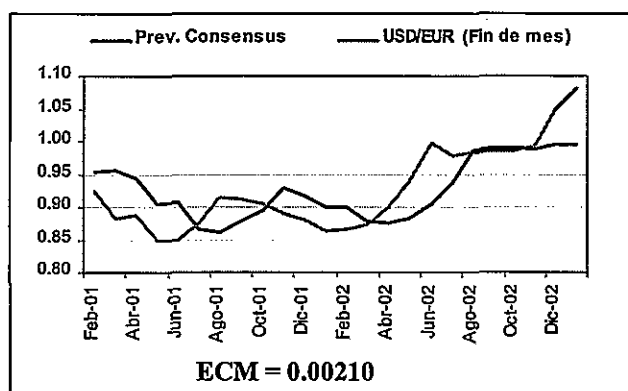
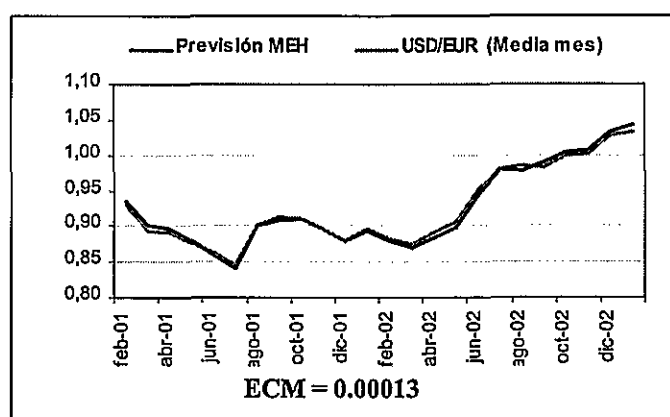
Una vez analizada la bondad del modelo a partir del análisis de los errores, es preciso evaluar su capacidad predictiva, dentro y fuera de la muestra, comparándola con otros modelos alternativos, siendo habitual su comparación frente al modelo ingenuo de paseo aleatorio, máxime tras la publicación del trabajo de Messee y Rogoff (1983) en que demostraban que ninguno de los modelos teóricos de los años 70 y 80 eran capaces de ofrecer un error de predicción inferior al derivado de las predicciones del paseo aleatorio.

Por este motivo, y con el fin de evaluar la capacidad predictiva del modelo planteado, en este subapartado se presenta el análisis comparativo del modelo estimado con expectativas heterogéneas frente al simple paseo aleatorio.

Adicionalmente, el análisis comparativo se ha centrado también sobre las predicciones, a un mes, contenidas en la publicación *Foreign Exchange Consensus Forecast*, las cuales recogen para cada periodo, la media de las previsiones realizadas por un amplio conjunto de instituciones (bancos de inversión, institutos de investigación, multinacionales, etc). No obstante, como se pudo contrastar en el apartado IV.1, la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes económicos, hace intuir, a priori, que las predicciones derivadas de dicha publicación, deberían ajustarse peor a la evolución del tipo de cambio. De no ser así, el modelo planteado habría demostrado su incapacidad, no sólo en la explicación de la dinámica del tipo de cambio, sino también en recoger la existencia de diversidad de agentes económicos en el mercado.

Con este fin, en los siguientes gráficos se muestra el ajuste del modelo con expectativas heterogéneas (MEH) durante el periodo de estimación (Feb. 01–Ene. 03), frente a las predicciones derivadas del paseo aleatorio y la media de las previsiones contenidas en Consensus Forecast, con el correspondiente error cuadrático medio asociado a cada una de ellas. En este último caso, el error cometido por dichas predicciones ha sido calculado utilizando el tipo de cambio dólar/euro al final del mes, ya que las previsiones contenidas en Consensus Forecast están referidas al final del periodo y no a la media mensual.

Gráficos IV.7. Tipo de cambio observado y estimado según el MEH, Paseo aleatorio y Consensus Forecast.



Como puede observarse, el simple análisis gráfico permite afirmar que el modelo con expectativas heterogéneas se ajusta significativamente mejor a la evolución del tipo de cambio durante el periodo Feb.01-Ene.03. Asimismo, en términos del error

cuadrático medio, el error cometido por el MEH es inferior al derivado de las predicciones del paseo aleatorio (siendo ésta 3.6 veces superior) y se encuentra muy por debajo de las predicciones a un mes contenidas en la publicación *Foreign Exchange Consensus Forecast*.

En relación a los puntos de cambios de tendencia se observa como, de nuevo, el modelo con expectativas heterogéneas mejora los resultados frente al paseo aleatorio y las predicciones de Consensus Forecast. En concreto, en ambos modelos alternativos, el porcentaje de errores cometidos de tipo II, es decir, el porcentaje de cambios de tendencia no recogidos por ambos modelos es del 71%, mientras que en el MEH, el error de tipo II es del 57%. Asimismo, el error de las predicciones derivado de estimar falsos cambios de tendencia, error tipo I, es menor en los dos modelos alternativos, paseo aleatorio y Consensus Forecast; no obstante, aún en este caso el porcentaje de error es superior al cometido por el MEH, 29% frente a un 25% en el MEH.

***Cuadro IV.13. Errores Tipo I y Tipo II en el MEH,
Paseo Aleatorio y Consensus Forecast***

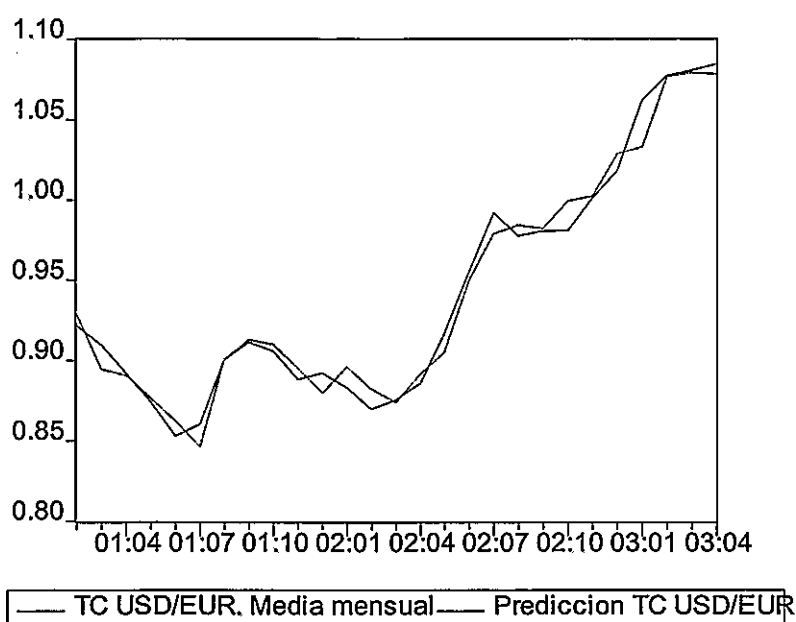
	Error Tipo I	Error Tipo II
Paseo aleatorio	29.4%	71.4%
Consensus Forecast	29.4%	71.4%
Modelo con Expectativas Heterogéneas	25.0%	57.1%

B.3. Predicción fuera de la muestra

Hasta ahora, el análisis del modelo con expectativas heterogéneas se ha centrado en la evaluación de su capacidad explicativa y predictiva dentro del periodo de estimación, Febrero 2001–Enero 2003, habiéndose obtenido un ajuste bastante aceptable en la explicación de la variación mensual del tipo de cambio dólar/euro. No obstante, resulta necesario analizar también su capacidad predictiva fuera del periodo de estimación, con el fin de evaluar la bondad del modelo para reproducir los movimientos futuros en la evolución del tipo de cambio.

Así, en este apartado se recogen las predicciones *ex – post* para los tres meses posteriores al periodo de estimación - desde febrero a abril de 2003 - de la variación del tipo de cambio dólar/euro, utilizando como valores de predicción para las variables exógenas los valores realmente observados por éstas. Los resultados de dicha predicción se muestran, junto a las predicciones derivadas del paseo aleatorio y las contenidas en el informe mensual de Consensus Forecast en el cuadro IV.14.

Gráfico IV.8. Tipo de cambio USD/EUR observado y predicción.
Medias mensuales



En términos del error cuadrático medio, las predicciones del tipo de cambio dólar/euro derivadas del modelo con expectativas heterogéneas siguen siendo mejores que las obtenidas a partir del paseo aleatorio, mejorándose incluso los resultados frente al paseo aleatorio; así, el ECM del paseo aleatorio resulta nueve veces superior al del modelo con expectativas heterogéneas. En el cuadro IV.14. se muestra también la media de las previsiones contenidas en la publicación mensual Consensus Forecast. De nuevo, el error cometido por el modelo con expectativas heterogéneas es sensiblemente inferior al derivada de la media de las previsiones de Consensus Forecast.

Cuadro IV.14. Predicciones ex – post
MEH, Paseo aleatorio y Consensus Forecast

	Tipo de cambio USD/EUR Media mensual	Predicción MEH	Predicción Paseo aleatorio	Tipo de cambio USD/EUR Fin de mes	Predicción Consensus Forecast
Ene-03	1,0622	1,0429	1,0306	1,0816	0,9950
Feb-03	1,0773	1,0767	1,0782	1,0782	1,0010
Mar-03	1,0807	1,0795	1,0946	1,0895	1,0020
Abr-03	1,0848	1,0786	1,0982	1,1131	1,0370
ECM	-	0,000013	0,0001252	-	0,00823
RECM	-	0,0037	0,0112		

Los datos desde febrero a abril corresponden a la predicción ex – post. El ECM incluye sólo las predicciones desde febrero.

B. 4. Conclusiones

- ✓ Se confirma la existencia de expectativas heterogéneas en las previsiones del tipo de cambio dólar/euro, tanto en el corto plazo (un mes y tres meses), como en las previsiones a medio plazo (doce meses).
- ✓ La existencia de expectativas heterogéneas, implica la necesidad de especificar un modelo que incluya dicha diversidad de expectativas para explicar la dinámica del tipo de cambio. Así, en la especificación del modelo se observa que la estimación de la variación del tipo de cambio dólar/euro incluyendo expectativas heterogéneas, derivadas de la participación en el mercado de agentes chartistas y fundamentalistas, mejora la capacidad explicativa del modelo frente a modelos individuales, ya sean de tipo chartista o basados en los fundamentos económicos.
- ✓ El análisis de las previsiones contenidas en la encuesta de Consensus Forecast permite constatar, asimismo, que los agentes económicos no mantienen constantes sus expectativas a lo largo del tiempo, modificando la importancia relativa que dan a los distintos determinantes del tipo de cambio, ya sean las variables fundamentales o la evolución reciente del tipo de cambio. Esta característica hace recomendable la estimación de un modelo con expectativas heterogéneas y parámetros cambiantes, con el fin de recoger los posibles cambios de las expectativas de los agentes económicos.
- ✓ Determinar cuáles son las causas que provocan el cambio en las expectativas de los agentes económicos no resulta fácil. La hipótesis de que cuanto mayor es la desviación entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, mayor es la probabilidad de que el tipo de cambio corrija su tendencia hacia el equilibrio, no ha podido ser utilizada como herramienta para determinar el cambio en las expectativas de los agentes, al obtenerse parámetros no significativos en la estimación. Este hecho podría ser debido a dos razones alternativas: 1) que los

agentes consideren la posibilidad de que se produzcan largos periodos de sobrevaloración o infravaloración de la divisa respecto al valor determinado por la paridad del poder adquisitivo, en cuyo caso y dado que el periodo analizado ha sido de cuatro años y la corrección hacia la PPA es muy lenta, esto podría impedir validar dicha hipótesis para determinar el cambio en las expectativas de los agentes; 2) o bien, que exista un alto nivel de desacuerdo en relación al verdadero valor de equilibrio del tipo de cambio, por lo que el fallo empírico del modelo podría venir derivado de haber utilizado como valor de equilibrio únicamente la teoría de la paridad del poder adquisitivo.

- ✓ Por el contrario, utilizar como variable determinante del cambio en las expectativas de los agentes, la desviación observada entre el tipo de cambio y una media móvil de valores pasados, sí resulta estadísticamente significativo. Además, esta variable es coherente con la práctica habitual en el mercado cambiario, ya que es común entre los agentes chartistas el utilizar medias móviles para establecer los valores máximos y mínimos dentro de los cuales puede moverse el tipo de cambio.
- ✓ Las predicciones derivadas del modelo estimado con expectativas heterogéneas mejoran las derivadas del paseo aleatorio. En términos del error cuadrático medio, el MEH consigue un valor 3.6 veces inferior al derivado del paseo aleatorio; asimismo, el error cometido en la predicción de los cambios de tendencia, es sensiblemente inferior en el MEH que en el modelo de paseo aleatorio (57% frente al 72%). No obstante, el modelo con expectativas heterogéneas es más preciso cuando no se producen cambios de tendencia, siendo en este caso el error cometido del 27%. Esta característica del modelo estimado implica la necesidad de una mejora en la variable determinante del umbral, como por ejemplo, el establecimiento de un modelo con dos umbrales.
- ✓ Fuera de la muestra, las buenas propiedades del modelo se mantienen y, en relación al paseo aleatorio, se ven mejoradas, siendo en este caso el ECM del

paseo aleatorio nueve veces superior al error cometido por las predicciones *ex - post* del modelo con expectativas heterogéneas.

- ✓ En cualquier caso, dentro y fuera de la muestra, el modelo predice la evolución del tipo de cambio dólar/euro significativamente mejor que la media de las previsiones contenidas en el panel mensual de Consensus Forecast. Esto resulta lógico ya que, demostrada la existencia de expectativas heterogéneas, la media de las previsiones supondría asumir que todos los agentes tienen expectativas similares, ignorando que entre los distintos agentes (panelistas) existan algunos cuyas previsiones del tipo de cambio sean, en términos generales, aceptables y otros que, por el contrario, cometan errores de predicción sistemáticamente.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES FINALES

CONCLUSIONES FINALES

- ✓ Desde el inicio de los sistemas de flotación libre, la volatilidad del tipo de cambio, nominal y real, se ha incrementado sensiblemente frente a la observada durante los periodos con sistemas de tipos de cambio fijos. Esta característica no se ha observado en la evolución de los respectivos fundamentos económicos, cuya variabilidad ha sido muy similar en ambos periodos. Como consecuencia de esta “no relación” se ha concluido que la fuerte volatilidad del tipo de cambio no está relacionada con la variabilidad de los fundamentos económicos. Esta característica es lo que se ha denominado comúnmente como “el problema de la desalineación” (*the misalignment problem*), o también, el “misterio de la desconexión” (*the disconnect puzzle*).
- ✓ El contraste empírico de los modelos teóricos desarrollados durante las décadas de los setenta y ochenta –modelos monetarios y modelos de equilibrio de cartera– ha demostrado que existen numerosos cambios de estructura, restringiendo la capacidad de dichos modelos para la predicción del tipo de cambio, que daban lugar a errores de predicción superiores a los derivados del modelo ingenuo de paseo aleatorio. Asimismo, los trabajos empíricos basados en estos modelos, han demostrado que una parte muy importante de la variabilidad del tipo de cambio, no se encuentra relacionada con la nueva información relativa a los fundamentos económicos, evidenciándose que cambios no anticipados en los fundamentos, consiguen explicar tan sólo una pequeña parte de las variaciones no anticipadas del tipo de cambio.
- ✓ La relación existente entre el tipo de cambio y sus fundamentos económicos no es estable en el tiempo, siendo aconsejable la especificación de modelos no lineales para la explicación del tipo de cambio (Modelos de Markov con saltos de régimen, Modelos autorregresivos de transición suave, Modelos de umbral, etc.); en concreto, se observa que cuanto mayor es la desviación observada entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, mayor es la velocidad de ajuste del

tipo de cambio hacia el equilibrio. La principal fuente de no linealidad en la dinámica del tipo de cambio se deriva de la existencia de expectativas heterogéneas entre los agentes participantes en el mercado, así como también debido a la presencia de costes de transacción.

- ✓ La evidencia empírica, obtenida de numerosas investigaciones, rechaza la hipótesis de expectativas racionales debido a la existencia de asimetrías en la información, la diferente aversión al riesgo por parte de los agentes, así como la muestra de países analizados (la tendencia al pánico es mucho mayor en las economías emergentes que en los países desarrollados). Por el contrario, los contrastes estadísticos realizados aceptan la hipótesis de expectativas heterogéneas. La aceptación de esta hipótesis se apoya en la existencia de efectos diferenciales entre las previsiones individuales de los agentes económicos, con independencia de los horizontes de predicción contemplados.
- ✓ En relación a los aspectos diferenciales de las expectativas de los agentes, se ha observado que éstos dan diferente importancia a la información disponible. Adicionalmente, se ha señalado como fuente de heterogeneidad, no sólo las asimetrías en la información, sino también la diversidad de modelos para realizar sus predicciones, así como la diferente interpretación que realizan los distintos agentes económicos de las variables fundamentales.
- ✓ La heterogeneidad de expectativas ha sido formalizada a partir de modelos teóricos en los que se realizan diversas clasificaciones de los agentes económicos. La principal clasificación es la que atiende a la existencia de agentes chartistas y agentes fundamentalistas. En estos modelos, el tipo de cambio viene determinado por una media ponderada de las respectivas expectativas de los agentes chartistas y fundamentalistas. Las ponderaciones de las expectativas de ambos grupos de agentes en el tipo de cambio no son constantes en el tiempo, siendo la variable que determina el peso relativo de cada una de ellas, el éxito obtenido en sus respectivas predicciones. Las soluciones planteadas para estimar la importancia de las respectivas predicciones, chartistas y fundamentalistas, a lo largo del tiempo han sido dos:

- 1) determinar de forma endógena dicha ponderación a partir del éxito en las previsiones; 2) o bien, asumiendo que los agentes chartistas prevén que la variación del tipo de cambio futuro sea nula, lo que simplifica la ecuación final del tipo de cambio, permitiendo así despejar el valor del peso relativo de las expectativas fundamentalistas. En este contexto, los contrastes empíricos aplicados a estos modelos han demostrado que la importancia de las predicciones chartistas a lo largo del tiempo es cada vez mayor.
- ✓ La evidencia empírica en relación a la existencia de agentes chartistas y fundamentalistas, se ha apoyado, fundamentalmente, en trabajos basados en encuestas. La conclusión general obtenida es que ambos comportamientos son complementarios entre sí y no excluyentes, y que, por tanto, la dinámica del tipo de cambio, tanto a corto como a largo plazo, no puede ser analizada desde un punto de vista exclusivamente técnico (chartista) o únicamente basado en los fundamentos económicos, ya que la mayor parte de los agentes económicos, forman sus expectativas combinando los resultados de ambos tipos de información. Por tanto, para explicar la evolución del tipo de cambio, es necesario especificar modelos que consideren ambos enfoques.
 - ✓ En los horizontes de predicción más cortos, el análisis técnico (chartista) presenta una importancia relativa mayor frente al análisis de la evolución de las variables fundamentales, incrementándose el peso de los fundamentos económicos en las previsiones a medio y largo plazo. Adicionalmente, el análisis técnico no sólo es significativo en el corto plazo, sino que también ejerce una influencia importante sobre el tipo de cambio en periodos más largos, mientras que el análisis de los fundamentos económicos sí aparece ligado exclusivamente a las predicciones del tipo de cambio a medio y largo plazo.
 - ✓ Una segunda clasificación de los agentes económicos, utilizada para justificar la existencia de expectativas heterogéneas, ha sido distinguir a los agentes entre agentes con información incompleta o no racionales (*noise traders*) y agentes con información completa o agentes racionales. La conclusión general que puede extraerse de estos modelos, es que el tipo de cambio puede alejarse

significativamente del valor determinado por sus fundamentos económicos, debido a la existencia en el mercado de un riesgo adicional al riesgo derivado de la variación no anticipada de los propios fundamentos económicos. Este riesgo, al que denominan riesgo de especulación no racional (*noise trader risk*), es la consecuencia de la participación en el mercado, junto a los agentes racionales, de un grupo de agentes “no racionales” (*noise traders*), cuyas expectativas respecto al valor del tipo de cambio son incorrectas y aleatorias, haciendo que la evolución del tipo de cambio sea muy volátil e impredecible.

- ✓ En los modelos de *noise traders*, el número de agentes no racionales que participan en el mercado determina el grado de volatilidad del tipo de cambio. Así, si el número de agentes con información incompleta es elevado, se incrementa el riesgo de variabilidad del tipo de cambio, provocando un alejamiento respecto a su valor de equilibrio.
- ✓ Asimismo, dado que las expectativas de los agentes con información incompleta dependen de la tendencia observada del tipo de cambio, unos mismos valores de los fundamentos económicos pueden dar lugar a diferentes trayectorias del tipo de cambio, posibilitando la existencia de un equilibrio múltiple: un equilibrio sin participación de *noise traders* y, por tanto, con escasa volatilidad del tipo de cambio; y un segundo equilibrio, con alta volatilidad del tipo de cambio y participación de *noise traders*.
- ✓ Los agentes económicos no sólo se diferencian entre sí por el esquema de expectativas utilizadas, sino que también la heterogeneidad se deriva del modelo teórico asumido. No obstante, la principal conclusión que se deriva de los trabajos en los que se ha estudiado el esquema de expectativas utilizado por los agentes económicos, es que la hipótesis considerada respecto a la formación de expectativas resulta más importante que el modelo teórico utilizado. Asimismo, entre los esquemas de formación de expectativas que más han sido analizados, se encuentran las hipótesis de expectativas estáticas, extrapolativas, adaptativas y regresivas, observándose que, en términos generales y a pesar del mayor desarrollo teórico que han tenido en la literatura los enfoques de expectativas

racionales y regresivas, estos últimos obtienen peores resultados empíricos que el resto de hipótesis consideradas. Adicionalmente, los resultados obtenidos demuestran que la hipótesis más utilizada por los agentes económicos, es la hipótesis de expectativas extrapolativas.

- ✓ Por último, la existencia de expectativas heterogéneas es además el resultado de la existencia de información privada entre los agentes económicos. Con el fin de medir el efecto de dicha información sobre el tipo de cambio, podría utilizarse como variable proxy, el saldo neto entre los flujos de órdenes de compraventa (*order flows*) de las divisas, entendiendo que un saldo neto positivo de compras de una divisa es un indicador de que existen agentes en el mercado con información privada respecto al valor futuro de dicha divisa. Este comportamiento es observado por el resto de agentes económicos, que “aprenden” de las estrategias de compra de aquellos agentes “más informados”, provocando finalmente una apreciación de la divisa.
- ✓ En relación a los resultados obtenidos en el modelo aplicado al tipo de cambio dólar/euro, se confirma la existencia de expectativas heterogéneas en las previsiones del tipo de cambio, tanto en el corto plazo (un mes y tres meses), como en las previsiones a medio plazo (doce meses), constatándose asimismo que los agentes económicos no mantienen constantes sus expectativas a lo largo del tiempo, modificando la importancia relativa que dan a los distintos determinantes del tipo de cambio, ya sean las variables fundamentales o la evolución reciente del tipo de cambio.
- ✓ Por tanto, la existencia de expectativas heterogéneas implica la necesidad de especificar un modelo que incluya dicha diversidad de expectativas para explicar la dinámica del tipo de cambio. Asimismo, resulta necesario tener en cuenta el carácter no estable de las predicciones de los agentes económicos. Por ello, es recomendable la estimación de un modelo con expectativas heterogéneas y parámetros cambiantes para recoger los posibles cambios de las expectativas de los agentes económicos.

- ✓ Determinar cuáles son las causas que provocan el cambio en las expectativas de los agentes económicos no resulta fácil. La hipótesis de que cuanto mayor es la desviación entre el tipo de cambio y su valor de equilibrio, mayor es la probabilidad de que el tipo de cambio corrija su tendencia hacia el equilibrio, no ha podido ser utilizada como herramienta para determinar el cambio en las expectativas de los agentes, al obtenerse parámetros no significativos en la estimación. Este hecho podría ser debido a dos razones alternativas: 1) que los agentes consideren la posibilidad de que se produzcan largos periodos de sobrevaloración o infravaloración de la divisa respecto al valor determinado por la paridad del poder adquisitivo, en cuyo caso y dado que el período analizado ha sido de cuatro años y la corrección hacia la PPA es muy lenta, podría impedir validar dicha hipótesis para determinar el cambio en las expectativas de los agentes; 2) o bien, que exista un alto nivel de desacuerdo en relación al verdadero valor de equilibrio del tipo de cambio, por lo que el fallo empírico del modelo podría venir derivado de haber utilizado como valor de equilibrio únicamente la teoría de la paridad del poder adquisitivo.

- ✓ Por el contrario, utilizar como variable determinante del cambio en las expectativas de los agentes, la desviación observada entre el tipo de cambio y una media móvil de valores pasados, sí resulta un instrumento apropiado, al obtenerse resultados estadísticamente significativos. Además, esta variable es coherente con la práctica habitual en el mercado cambiario, ya que es común entre los agentes chartistas el utilizar medias móviles para establecer los valores máximos y mínimos dentro de los cuales puede moverse el tipo de cambio.

- ✓ Las predicciones derivadas del modelo con expectativas heterogéneas mejoran las derivadas del paseo aleatorio, tanto en error cuadrático medio como en la predicción de los cambios de tendencia, siendo el ECM del paseo aleatorio 3.6 veces superior al error del MEH. En relación a la predicción de los cambios de tendencia, aunque se mejoran significativamente los resultados del paseo aleatorio (57% frente al 72% cometido por el paseo aleatorio), se podrían mejorar los resultados teniendo en cuenta la posibilidad de que exista más de un

umbral. Sin embargo, esta alternativa supondría la inclusión en el modelo de una nueva variable, reduciendo por tanto los grados de libertad.

- ✓ Fuera de la muestra y en relación al paseo aleatorio, las buenas propiedades del modelo se mantienen e incluso mejoran. En cualquier caso, dentro y fuera de la muestra, el modelo predice la evolución del tipo de cambio dólar/euro significativamente mejor que la media de las previsiones contenidas en el panel mensual de Consensus Forecast.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Ahrens, R. y Reitz, S (2000): "Chartist Prediction in the Foreign Exchange Market: Evidence from the Daily Dollar/DM Exchange Rate", *CFS-Center for Financial Studies*, Working Paper 2000/03.
- Aliber, R.Z. (1973): "The interest rate parity theorem: a reinterpretation", *Journal of Political Economy*, vol. 81, pp. 1451-1459.
- Allen, H. y Taylor, M.P. (1990): "Charts, noise and fundamentals in the London foreign exchange market". *The Economic Journal*, vol. 100, nº 400, Conference Papers (1990), pp. 49-59.
- Bacchetta, P. y Wincoop, E. (2003): "Can Information heterogeneity explain the exchange rate determination puzzle?", *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 9498.
- Backus, D. (1984): "Empirical models of the exchange rate: separating the wheat from the chaff", *Canadian Journal of Economics*, vol. 17, pp. 824-846.
- Bajo, O. y Sosvilla, S. (1992): "Teorías del tipo de cambio: una panorámica". *Revista de Economía Aplicada*, nº 2, vol. 1, pp. 175-205.
- Balke, N.S. y Wohar, M.E. (1998): "Nonlinear dynamics and covered interest rate parity", *Empirical Economics*, vol. 23, pp. 535-559.
- Balassa, B. (1964): "The purchasing power parity doctrine: A reappraisal", *Journal of Political Economy*, vol. 72, nº 6, pp. 584-596.
- Banco Central Europeo (2002): "Los fundamentos económicos y el tipo de cambio del euro", *Boletín Mensual de Economía del BCE*, enero. pp. 43-56.
- Banco Central Europeo (2003): "Review of the foreign exchange market structure", marzo 2003.

- Barr, D.G. (1989): "Exchange rate dynamics: An empirical analysis", en *Exchange Rates and Open Economy Macroeconomics*, R. MacDonald y M.P. Taylor (Eds.). Oxford: Blackwell, pp. 109-129.
- Bartolini, L. y Giorianni, L. (2001): "Excess volatility of exchange rates with unobservable fundamentals", *Review of International Economics*, vol. 9, nº 3, pp. 518-530.
- Bauer, C. y Herz, B. (2002): "Noise traders and the volatility of exchange rates", octubre, University of Bayreuth (Alemania), mimeo.
- Bauer, C. y Herz, B. (2003): "Technical trading and exchange rate regimes: Some empirical evidence", marzo, University of Bayreuth (Alemania), mimeo.
- Bénassy-Quéré, A., Larribeau, S. y Macdonald R. (1999): "Models of exchange rate expectations: Heterogeneous evidence from panel data". *CEPII-Centre D`etudes Prospectives et D`informations Internationales*, Working paper 99-03.
- (2002): "Models of exchange rate expectations: How much heterogeneity?" *CEPII-Centre D`etudes Prospectives et D`informations Internationales*, Working paper 02-05.
- Bilson, J.F. (1978): "The monetary approach to the exchange rate : Some empirical evidence", *IMF Staff Papers*, vol. 25, pp. 48-75.
- Bjonnes, G. y Rime, D. (1998): "FX trading... live: Impact of new trading environments", mimeo, Norwegian School of Management.
- Blanchard, O.J. (1979): "Speculative bubbles, crashes and rational expectations", *Economics Letters*, vol. 3, pp. 387-389.
- Branson, W.H. (1969): "The minimum covered interest needed for international finance arbitrage activity", *Journal of Political Economy*, vol. 77, pp. 1028-1035.
- Branson, W.H. (1977): "Asset markets and relative prices in exchange rate determination", *Sozialwissenschaftliche Annalen*, vol. 1, pp. 69-89.

- Branson, W.H., Halttunen, H. y Masson, P. (1977): "Exchange rates in the short run: The dollar-deutschemark rate", *European Economic Review*, vol. 10, pp. 303-324.
- Buiter, W. y Miller, M. (1981) : « Monetary policy and international competitiveness : The problems of adjustment », *Oxford Economics Papers*, vol. 33, suplemento, pp. 143-175.
- Cheung, Y. y Chinn, M. (1999a): "Traders, market microstructure and exchange rate dynamics", enero 1999.
- Cheung, Y. y Chinn, M. (1999b): "Macroeconomic implications of the beliefs and behaviour of foreign exchange traders", *National Bureau of Economic Research Working Paper* 7417.
- Cheung, Y. y Chinn, M. (2001): "Currency traders and exchange rate dynamics: a survey of the U.S. market", *Journal of International Money and Finance*, vol. 20, nº 4, pp. 439-471.
- Cheung, Y., Chinn, M. y García, A. (2002): "Empirical exchange rate models of the nineties : Are any fit to survive?", *National Bureau of Economic Research, Working Paper* 9393.
- Cheung, Y. y Wong, C. (2000): "A survey of market practitioners' views on exchange rate dynamics", *Journal of International Economics*, vol. 51, pp. 401-149
- Chinn, M. y Frankel, J. (2000): "Survey data on exchange rate expectations : more currencies, more horizons, more tests", en: *Monetary Policy, Capital Flows and Financial Market Developments in the Era of Financial Globalisaton: Essays in Honour of Max Fry*, Bill Allen y David Dickinson (Eds.).
- Covrig, V. y Melvin, M. (1998): "Asymmetric information and price discovery in the foreign exchange market: Does Tokyo know more about the yen?" Arizona State University.
- De Grauwe, P., y Vansteenkiste, I. (2001): "Exchange Rates and Fundamentals. A Non linear Relationship?" CESifo, Working Paper 577.

- De Grauwe, P. y Grimaldi, M. (2002a): "The Exchange rate and its fundamentals in a complex world", mimeo.
- De Grauwe, P. y Grimaldi, M. (2002b): "Heterogeneity of agents and the exchange rate. A non linear approach", CESifo, Venice Summer Institute Conference on "Exchange Rate Modelling: Where do we stand ?", julio 2002.
- De Long, J.B., Shleifer, A., Summers, L.H. y Waldmann, R.J. (1990): "Noise trader risk in financial markets", *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp.703-738.
- Diebold, F.X, y Nason, J.A. (1990): "Nonparametric exchange rate prediction?", *Journal of International Economics*, vol. 28, pp. 315-332.
- Dooley, M.P. y Isard, P. (1980): "Capital controls, political risk, and desviations from interest-rate parity", *Journal of Political Economy*, vol. 88, pp. 370-384.
- Dornbusch, R. (1976): "Expectations and exchange rate dynamics". *The Journal of Political Economy*, vol. 84, nº 6, pp. 1161-1176.
- Dornbusch, R. (1980): "Exchange rates economics: Where do we stand?", *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1980, nº 1, Especial Décimo Aniversario, pp. 143-185.
- Dornbusch, R. y Fisher, S. (1980): "Exchange rates and the current account". *The American Economic Review*, vol. 70, nº 5, pp. 960-971.
- Driskill, R.A. (1981): "Exchange-Rate Dynamics: An Empirical Investigation", *Journal of Political Economy*, vol. 89, nº 2 , pp. 357-372.
- Edwards, S. (1983): "Floating exchange rates, expectations and new information", *Journal of Monetary Economics*, vol. 11, pp. 321-336.
- Elliott, G. Ito, T. (1999): "Heterogeneous expectations and test of efficiency in the yen/dollar forward exchange market". *Journal of Monetary Economics*, vol. 43, pp. 435-456.

- Evans, M.D.D. (1998): "The microstructure of foreign exchange dynamics", Working paper diciembre 1998, Dpto. de Economía, Universidad de Georgetown.
- (1999): "What are the origins of foreign exchange movements?", Working paper, Dpto. de Economía, Universidad de Georgetown.
- Evans, M.D.D. y Lyons, R. (1999): "Order flow and exchange rate dynamics". *National Bureau of Economic Research*, Working paper 7317.
- Fama, E.F. (1970): "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", *Journal of Finance*, vol. 25, pp. 383-423.
- (1984): "Forward and spot exchange rates", *Journal of Monetary Economics*, vol. 14, pp. 319-338.
- Flood, M.D. (1991): "Microstructure theory and the foreign exchange market". *Review - Federal Reserve Bank of St. Louis*, vol. 72, nº 6, pp. 52-70.
- Frankel, J. (1979): "On the mark: A theory of floated exchange rates based on real interest differential", *The American Economic Review*, vol. 69, pp. 610-622.
- (1984): "Test of monetary and portfolio balance models of exchange rate determination", en: *Exchange Rate Theory and Practice*, J.F.O. Bilson y R.C. Marston (Eds.). Chicago: University of Chicago Press.
- (1986): "International capital mobility and crowding-out in the U.S. economy: Imperfect integration of financial markets or goods markets?", en *How open is the U.S. economy?*, Rik W. Hafer (Ed.). Lexington: Lexington Books, pp. 33-67.
- (1990): "Zen and the art of modern macroeconomics: A commentary", en *Monetary policy for a volatile global economy*, William S. Haraf y Thomas D. Willet (Eds.), Washington DC: American Enterprise Institute for public policy research, pp. 117-123.

- Frankel, J. y MacArthur, A.T. (1988): "Political Vs. currency premia in international real interest rate differentials: A study of forward rates for 24 currencies", *European Economic Review*, vol. 32, pp. 1083-1114.
- Frankel, J. (1996): "Recent exchange-rate experience and proposals for reform", *The American Economic Review*, vol. 86, nº 2, pp. 153-158.
- Frankel, J. y Rose, A. (1995): "Empirical research on nominal exchange rates", *Handbook of International Economics*, pp. 1689-1729, editado por Grossman, G. y Rogoff, K. Amsterdam: North-Holland.
- Frankel, J. y Froot, K. (1986): "Understanding the US dollar in the eighties: The expectation of chartists and fundamentalists", *Economic Record*, vol. 62, suplemento, pp. 24-38.
- (1990): "Chartists, fundamentalists, and trading in the foreign exchange market", *The American Economic Review*, vol. 80, nº 2, pp. 181-185.
- Frenkel, J. (1973): "Elasticities and the interest parity theory", *Journal of Political Economy*, vol. 81, nº 3, pp. 741-747.
- (1976): "A monetary approach to the exchange rate: doctrinal aspects and empirical evidence", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 67, nº 2, pp. 200-224.
- (1978): "Purchasing power parity: doctrinal perspective and evidence from the 1920s", *Journal of International Economics*, vol. 8, nº 2, pp. 169-191.
- (1981): "The collapse of purchasing power parity during the 1970s", *European Economic Review*, vol. 16, nº 1, pp. 145-165.
- Frenkel, J. y Levich, R.M (1975): "Covered interest arbitrage", *Journal of Political Economy*, vol. 83, pp. 325-338.
- (1977): "Transaction costs and interest arbitrage: Tranquil versus turbulent periods", *Journal of Political Economy*, vol. 85, pp. 1209-1226.

- Froot, K., y Ramadorai, T. (2002): "Currency returns, institutional investor flows, and exchange rate fundamentals", *National Bureau of Economic Research Working Paper* 9101.
- Froot, K. y Rogoff, K. (1991): "The EMS, the EMU, and the transition to a common currency", en *National Bureau of Economic Research macroeconomics annual*, Stanley Fischer y Oliver Blanchard (Eds.). Cambridge MA: MIT Press, pp. 269-317.
- Frydman, M. y Goldberg, R. (2001): "Macroeconomic Fundamentals and the DM-\$ Exchange Rate: Imperfect Knowledge and the Monetary Model". Paper presentado en la Conferencia "Exchange Rate and Monetary Policy Issues", Institute for Advanced Studies, Vienna, April 19-20, 2001.
- Gámez, C. y Torres, J.L. (1996): "Teoría Monetaria Internacional", Madrid: Mc Graw Hill.
- Gilbert, M. y Kravis, I. (1954): "An international comparison of national products and the purchasing power of currencies: A study of the United States, the United Kingdom, France, Germany and Italy". Paris: Organization for European Economic Cooperation.
- Hacche, G. y Townend, J. (1981): "Exchange rate and monetary policy: modeling sterling's effective exchange rate 1972-1980", en *The Money Supply and the Exchange Rate*, W.A. Eltis y P.J.N. Sinclair (Eds). Oxford: Clarendon Press.
- Hansen, B. (2000): "Sample splitting and threshold estimation", *Econometrica*, vol. 68, nº 3, pp. 575-603.
- Hodrick, R.J. (1978): "An empirical analysis of the monetary approach to the determination of exchange rate", en *The Economics of Exchange rate: Selected Studies*, Frenkel, J. y Johnson, L. (Eds.). Reading, Mass.: Addison-Wesley, pp. 97-116.

- Hooper, P. y Morton, J. (1982): "Fluctuations in the dollar: A model of nominal and real exchange rate determination", *Journal of International Money and Finance*, vol. 1, pp. 39-56.
- Isard, P. (1977): "How far can we push the law of one price?", *American Economic Review*, vol. 67, nº 5, pp. 942-948.
- Ito, T. (1990): "Foreign exchange rate expectations: micro survey data", *The American Economic Review*, vol. 80, nº 3 (junio), pp. 434-449.
- Ito, T., Lyons, R. y Melvin, M. (1998): "Is there private information in the FX market? The Tokyo experiment", *Journal of Finance*, vol. 53, pp. 1111-1130.
- Instituto de Estudios Económicos (1998): "La reforma de los mercados de divisas", *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, nº 2/1998.
- Jeanne, O. y Rose, A.K. (1999): "Noise trading and exchange rate regimes". *National Bureau of Economic Research*, Working paper 7104.
- (2002): *Quartly Journal of Economics*, vol. 117, nº 2, pp. 537-569.
- Kilian, L. y Taylor, M.P. (2001): "Why is so difficult to beat the random walk forecast of exchange rates?", *Tinbergen Institute Discussion Papers*, Work paper 01-031/4, abril.
- Knetter, M.M. (1994): "Why are retail prices in Japan so high? Evidence from German Export Prices", *National Bureau of Economic Research Working Paper* 4894.
- Kouri, P. (1976): "The exchange rate and the balance of payments in the short run and in the long run: A monetary approach", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 78, pp. 280-304.
- Krugman, P. (1978): "Purchasing power parity and exchange rates: Another look at the evidence", *Journal of International Economics*, vol. 8, nº 3, pp. 397-407.

- (1987): "Pricing to market when the exchange rate changes", en *Real-financial linkages among open economies*, Sven W. Arndt y J. David Richardson (Eds). Cambridge MA: MIT Press, pp. 49-70.
- (1989): *Exchange-Rate Instability*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Krugman, P. y Miller, M. (1993): "Why have a target zone?", *Carnegie-Rochester Series on Public Policy* 38, pp. 279-314.
- Kyle, A.S. (1985): "Continuous Auctions and Insider Trading," *Econometrica*, vol. 53, n° 6, pp. 1315-1336.
- Laselle, L, Svizzero, S. y Tisdell, C. (2001): "Heterogeneous beliefs and instability", Conferencia presentada en el 2001 *Money, Macro and Finance Group* (Belfast, UK).
- Leventakis, J.A. (1987): "Exchange rate models: Do they work?", *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 123, pp. 363-376.
- Levin, J.H. (1997): "Chartists, fundamentalists and exchange rate dynamics", *International Journal of Finance and Economics*, vol. 2, n° 4, pp. 281-290.
- Lewis, K.K. (1988): "Testing the portfolio balance model: A multi-lateral approach", *Journal of International Economics*, vol. 24, n° 1-2, pp. 109-127.
- Lewis, M.K. y Mizen, P.D. (2000): *Monetary Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Lothian, J.R. y Taylor, M.P. (1996): "Real exchange rate behavior: The recent float from the perspective of the past two centuries", *Journal of Political Economy*, vol. 104, pp. 488-509.
- Lyons, R. (1995): "Tests of microstructural hypotheses in the foreign exchange market", *Journal of Financial Economics*, vol. 39, pp. 321-351.

- Manzan, S. y Westerhoff, F.H. (2002): "Heterogeneous Expectations, exchange rate dynamics and predictability", mimeo.
- MacDonald, R. y Marsh, I. (1996): "Currency forecasters are heterogeneous: confirmation and consequences", *Journal of International Money and Finance*, vol. 15, nº 5, pp. 665-685.
- Marey, P.S. (2000): "Exchange rate expectations: evidence from an artificial economy". Econometric Society: Econometric Society World Congress 2000 Contributed Papers, agosto.
- Meese, R.A. y Rogoff, K. (1983a): "The out-of-sample failure of empirical exchange rate models: sampling error or misspecification?", *Exchange Rates and International Macroeconomics*, (Ed. por Frenkel, J.A), pp. 67-109. National Bureau of Economic Research. Chicago y Londres: The University of Chicago Press.
- Meese, R.A. y Rogoff, K. (1983b): "Empirical exchange rate models of the seventies: do they fit out-of-sample?", *Journal of International Economics*, vol. 14, pp. 3-24.
- Menkhoff, L. (1997): "Examining the use of technical currency analysis", *International Journal of Finance and Economics*, vol. 2, pp. 307-318.
- Menkhoff, L. (1998): "The noise trading approach – questionnaire evidence from foreign exchange", *Journal of International Money and Finance*, vol. 17, pp. 547-564.
- Mussa, M. (1986): "Nominal exchange rate regimes and the behaviour of the real exchange rate", *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, vol. 25, pp. 117-214.
- Novales, A. (1999): *Análisis Macroeconómico*. Madrid: Marcial Pons.
- Oberlechner, T. (2001): "Importance of technical and fundamental analysis in the European foreign exchange market". *International Journal of Finance and Economics*, vol. 6, nº 1, pp. 81-93.

- Obstfeld, M. y Rogoff, K. (2000): "The six mayor puzzles in international macroeconomic: Is there a common cause?", *National Bureau of Economic Research*, Working paper 7777.
- Officer, L.H. y Willet, T. (1970): "The covered arbitrage schedule: A critical survey of recents developments", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 2, pp. 241-257.
- Osler, C.L. (1998a): "Identifying Noise Traders: The Head-and-Shoulders Pattern in U.S. Equities", Federal Reserve Bank of New York, Staff report n° 42, Julio 1998.
- Osler, C.L. (1998b): "Short-term speculators and the puzzling behaviour of exchange rates", *Journal of International Economics*, vol. 45, pp. 37-57.
- Otani, I. y Tiwari, S. (1981): "Capital controls and interest rate parity: The Japanese experience, 1978-81", *IMF Staff Papers*, vol. 28, n° 4, pp. 793-815.
- Park, C. (2002): "Speculative behavior and heterogeneous expectations: theory and evidence", National University of Singapore, Department of Economics, Working paper 0205.
- Payne, R. (1999): "Informed trade in spot foreign exchange markets: An empirical Investigation", London School of Economics, enero.
- Pilbeam, K. (1995): "The profitability of trading in the foreign exchange market: chartists, fundamentalists and simpletons", *Oxford Economics Papers*, vol. 47, n° 3, pp. 437-452.
- Pilbeam, K. (2001): "Economic Fundamentals and exchange rate movements", *International Review of Applied Economics*, vol. 15, n° 1. pp. 55-64.
- Putnam, B.H y Woodbury, J.R. (1980): "Exchange rate stability and monetary policy", *Review of Business and Economic Research*, vol. 15, pp. 1-10.

- Reitz, S. (2002): "Central Bank Intervention and Exchange Rate Expectations - Evidence from the Daily DM/US-Dollar Exchange Rate", *Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank*, Discussion paper 17/02, mayo.
- Resende, M (2000): "Nonlinear dynamics in expectations: an empirical study". *Bulletin of Economic Research*, vol. 52, nº 2. pp. 167-173.
- Richardson, J.D. (1978): "Some empirical evidence on commodity arbitrage and the law of one price", *Journal of International Economics*, vol. 8, nº 2, pp. 341-351.
- Rogoff, K. (1996): "The purchasing power parity puzzle", *Journal of Economic Literature*, vol. 34, junio, pp.647-668.
- Rötheli, T. F. (1998): "Pattern recognition and procedurally rational expectations", *Journal of Economic Behaviour & Organization*, vol. 37, pp. 71-90.
- Rötheli, T. F. (2002): "Bandwagon effects and run patterns in exchange rates", *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, vol. 12, nº 2, pp. 157-166.
- Rzepkowski, B. (2001): "Heterogeneous expectations, currency options and the euro/dollar exchange rate". *CEPII-Centre D`etudes Prospectives et D`informations Internationales*, Working paper 01-03.
- Samuelson, P. (1964): "Theoretical notes on trade problems", *Review of Economics and Statistics*, vol. 46, nº 2, pp. 145-154.
- Schröder, M. y Dornau, R. (2002): "Do forecasters use monetary models ? An empirical analysis of exchange rate expectations", *Applied Financial Economics*, vol. 12, nº 8, pp. 535-543.
- Shleifer, A. y Summers, L.H. (1990): "The noise trader approach to finance", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 4, nº 2, pp. 19-33.
- Slok, T. y Sorensen, J.P. (1997): "How small shocks and heterogeneous expectations can create swings in the exchange rate". Seminario celebrado el 27 de febrero de

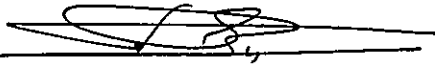
- 1997 por EPRU, Economic Policy Research Unit, CLS y la Universidad de Oregon.
- Smith, P.N. y Wickens, M. R. (1986): «An empirical investigation into the causes of failure of the monetary model of the exchange rate», *Journal of Applied Econometrics*, vol. 1, pp. 143-162.
- Summers, R. y Heston, A. (1991): "The Penn world table (Mark 5): An expanded set of international comparisons, 1950-1988", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, nº 2, pp. 327-368.
- Taylor, M.P. (1987): "Covered interest parity: A high-frequency, high-quality data study", *Economica*, vol. 54, pp. 429-438.
- (1989): "Covered interest arbitrage and market turbulence", *Economic Journal*, vol. 99, pp. 376-391.
- (1995): "The Economics of Exchange Rates". *Journal of Economic Literature*, vol. 33, nº 1, pp.13-47.
- Taylor, M.P. y Peel, D.A. (2000): "Nonlinear adjustment, long-run equilibrium and the exchange rate fundamentals", *Journal of International Money and Finance*, vol. 19, pp. 33-53.
- Tobin, J. (1978): "A proposal of international monetary reform". *Eastern Economic Journal*, vol. 4, nº 3-4, pp. 153-159.
- Tong, H. (1990): "Non-linear time series: a dynamical system approach", Oxford Science Publications.
- Tsay, R.(1989): "Testing and modelling threshold autoregressive processes", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 84 nº 405.
- (1998): "Testing and modelling multivariate threshold autoregressive processes", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 93, nº 443.

- Vigfusson, R. (1997): "Switching between chartists and fundamentalists: A Markov regime-switching approach". *International Journal of Finance and Economics*, vol. 2, nº 4, pp. 291-305.
- Visser, H. (1990): "Modern Monetary Theory. A critical survey of recent developments", pp.115-160. Aldershot, Hants: Edward Elgar.
- Yao, J. (1998): "Market making in the interbank foreign exchange market". New York University Salomon Center, Working paper S-98-3.

Reunido el Tribunal que suscribe en el día
de la fecha, acuerdo calificar la presente Tesis
Doctoral con la censura de **SUPERELENTE CUM LAUDE**
Madrid, **22 Septiembre** **2.003**



J. Vicens



F. Sáez

